

7. Működtetés

Bevezetés

Ez a fejezet a távközlési hálózat működtetését, üzemeltetését jelentős mértékben befolyásoló, a hálózat felhasználó szempontú minőségét meghatározó kérdéseket tárgyalja. A távközlési szolgáltatások fontos jellemzője az az időarány, melyben a felhasználó számára a megállapodott minőségű szolgáltatás rendelkezésre áll. A szolgáltatás folyamatos használhatóságát, a szolgáltatást megvalósító rendszerekben, hálózatokban keletkező hibák akadályozhatják, vagy tehetik lehetetlenné.

A felhasználók különféleképp reagálhatnak arra, hogy adott időpontban nem vehetik igénybe a szolgáltatást. A szolgáltatásról alkotott rossz vélemény mellett, esetenként konkrét pénzügyi, gazdasági veszteséget, kárt is kapcsolhatnak az elmaradt (vagy csökkent minőségű) távközlési szolgáltatáshoz. A szolgáltatási szerződések általában tartalmazzák azokat a tarifa és kártérítési megállapodásokat, amely alapján a szolgáltató üzemkiesés esetén köteles a felhasználónak veszteségeket megtéríteni. Ezért a távközlési szolgáltatónak célszerű előre megtervezni szolgáltatás használhatósági mértékét. A használhatósági tervezés számos tényező számbavételét jelenti és csak a valószínűség-számítási módszerekkel történhet, mert a használhatóságot érintő események bekövetkezése véletlenszerű. Ennek ellenére a folyamatok matematikailag jól modellezhetőek. A megbízhatósági analízis végeredményben azt a gazdasági döntést készíti elő, hogy a szolgáltató milyen mértékben fektet be a használhatóságot javító technológiákba, milyen mértékben javítja a hálózatának üzemeltetési feltételeit.

Az elmúlt évtizedben egyre több új szolgáltatással bővült a hagyományos távközlési szolgáltatások választéka, és megnőtt a nagysebességű adatátvitel iránti igény. A képesség a hang, videó és adat nagysebességű átvitelére kritikus követelménnyé vált. A távközlési hálózatoknak különböző sáv szélesség-igényű számítógépes hálózatokat is integrálniuk kell. Ezek eltérő forgalmi természete új követelményeket támaszt a hálózat üzemeltetőkkel és a szolgáltatókkal szemben. Annak érdekében, hogy különböző típusú adatokat nagyobb sebességgel továbbítani

lehesen, új technológiák bevezetését, a létező technológiák és protokollok képességeinek jelentős javítását kellett és még a jövőben is meg kell megoldani.

A komplex és eltérő berendezés és szolgáltatásválaszték, ezeknek gyors változása a hálózatok, erőforrások és szolgáltatások ellenőrzését nagyon bonyolult feladattá tették. Ez a probléma csak megfelelő automatizálással oldható meg. A távközlési hálózatokat üzemeltető szervezetek jelentős időt, pénzt és emberi erőforrást fektettek be távközlési hálózatuk kiépítésére, amelynek fenntartásáról is gondoskodni kell. A távközlési hálózatot a maximális hatékonyság és termelékenység elérése érdekében hálózat hálózati elem, szolgáltatás és forgalmi szempontjából menedzselni kell.

A gyártó-specifikus hálózat menedzselés nem tudja biztosítani az együttműködést a különböző gyártók által telepített eltérő technológiák, berendezések, a teljesen különböző lehetőségekkel és különböző szintű menedzselési képességekkel rendelkező megoldások között. A szakadék elméletileg áthidalható emberi erőforrásokkal, de az így módon elérhető sebesség gyakran nem elegendő az ügyféllel szerződött szolgáltatási szint eléréséhez.

A távközlési versenyben a szolgáltatók késztetve vannak arra, hogy versenyképes áron szélesebb szolgáltatás-portfóliót tudjanak nyújtani. A szolgáltatóknak ezeket a szolgáltatásokat költség hatékonyan, és megfelelő időben kell nyújtaniuk. A szolgáltatásokat nyújtó hálózatok hatékony menedzselése kulcskérdés a meglévő piaci részesedés megtartásához növeléséhez. A ma létező hálózatok bonyolultsága azonban nehéz feladat a hatékony hálózat menedzselés megvalósításában.

A távközlő hálózatok forgalommenedzselése a hálózati erőforrások ellenőrzött felhasználásával foglalkozik azon célból, hogy megakadályozzuk a hálózat „bedugulását”. Különösen abban az esetben csökken a hálózatnak a felhasználók által érzékelhető teljesítménye, amikor több forgalommal terheljük a hálózatot, mint amennyit az hatékonyan áteresztetni képes. A forgalommenedzselés vezérli a felhasználók által generált és a hálózati forgalmat és megvédi a hálózatot a túlterheléstől.

A távközlési létesítmények és az azokban elhelyezett berendezések különböző kialakításúak és rendeltetésűek lehetnek, de valamennyiükben közös,

hogy működésükhöz elengedhetetlenül szükséges a villamos energia. Az esetek túlnyomó többségében ez a villamos energia a közcélú villamos hálózatról származik. Néhány különleges esetben előfordul, hogy nem áll villamos hálózat a távközlési létesítmény rendelkezésére. Az ilyen létesítmények táplálásáról a helyi adottságoknak megfelelő alternatív energiaforrások gondoskodnak. Ezeket a csak szakaszosan rendelkezésre álló energia miatt közbenső akkumulátoros energiatárolással egészítik ki. Magyarországon néhány kivételes esettől eltekintve a villamos energia mindenütt rendelkezésre áll.

A hálózati villamos energia ellátás folyamatossága azonban nem mindig biztosított, előfordulnak hosszabb-rövidebb ideig tartó áramszünetek, felléphetnek a táplált berendezés üzemét zavaró tranziens jelenségek. A távközlő létesítményeknek ilyen esetben is működniük kell. A távközlő létesítmények energiaellátása során a fő cél a megbízható táplálás, ezért gondoskodni kell az energia tárolásáról, előállításáról

Annak érdekében, hogy egy berendezés az adott környezetben minőségromlás nélkül működjön, szükséges a különböző berendezések, valamint üzemi környezetük elektromágneses összehangolása. Az *elektromágneses összeférhetőség* (EMC) egy olyan szakterületet ölel fel, amelynek *célja a berendezések és azok üzemi környezete közötti „illesztetlenség” megszüntetése, vagy legalább a lehető legkisebbre csökkentése* az elfogadott előírások, szabványok és szabályozások alapján.

Egy távközlési rendszer kiválasztásához, létesítéséhez, igen sok gazdasági és műszaki szempontot kell mérlegelni. A tervező első feladata a rendszer fő funkcióinak meghatározása, vagyis annak eldöntése, mire van szükség. Ez általában a marketing felmérésen alapuló műszaki elemzést, rendszertervezést foglal magában. Az elkészült nagyvonalú majd később részletezett rendszerterv alapján ajánlatkérést ad ki a vásárló. A beérkezett ajánlatok alapos műszaki és gazdasági elemzésével választható ki a vásárló számára legalkalmasabb távközlési rendszer. A rendszerválasztás tehát egy olyan műszaki és gazdasági tervező és elemző folyamat, melyben a vásárló a piaci viszonyok figyelembe vételével összhangba hozza igényeit és a lehetőségeit.

Dr. Kántor Csaba, fejezet szerkesztő

7.1. A használhatóságot befolyásoló tényezők

Szerző: Paksy Géza

Lektor: Wiener József

7.1.1. A hálózatok használhatóságának jelentősége

Minden távközlési szolgáltatás fontos jellemzője az az időarány, melyben a felhasználó számára a megállapodott minőségű szolgáltatás rendelkezésre áll. A szolgáltatás folyamatos használhatóságát, elérhetőségét (rendelkezésre állását) a szolgáltatást megvalósító rendszerekben, hálózatokban keletkező hibák akadályozhatják, vagy tehetik lehetetlenné.

A felhasználók különféleképp reagálhatnak arra, hogy adott időpontban nem vehetik igénybe a szolgáltatást. A magánjellegű használatnál a szolgáltatásról alkotott rossz vélemény, csalódottság a domináns, ezzel szemben az üzleti felhasználók esetenként konkrét pénzügyi, gazdasági veszteséget, kárt is kapcsolhatnak az elmaradt vagy csökkent minőségű távközlési szolgáltatáshoz. A szolgáltatási szerződések (SLA=Service Level Agreement) általában tartalmazzák azokat a tarifa és kártérítési megállapodásokat, melyek alapján a szolgáltató üzemkiesés esetén köteles a felhasználónak veszteségét megtéríteni. Emiatt a távközlési szolgáltatónak célszerű előre megtervezni az általa nyújtott szolgáltatás használhatósági mértékét. A használhatósági tervezés számos tényező számbavételét jelenti és csak a valószínűségszámítási módszerekkel történhet, mert a használhatóságot érintő események bekövetkezése véletlenszerű. Ennek ellenére a folyamatok matematikailag jól modellezhetőek. A megbízhatósági analízis végeredményben azt a gazdasági döntést készíti elő, hogy a szolgáltató milyen mértékben fektet be a használhatóságot javító technológiákba, és milyen mértékben javítja a hálózatának üzemeltetési feltételeit.

7.1.2. Alapfogalmak, definíciók

A távközlési rendszerek, hálózatok üzemképességének, a szolgáltatások megfelelő minőségű igénybevehetőségének mérőszáma a Használhatóság (Availability), melynek definíciója az alábbi:

$$\text{Használhatóság(A)} = \frac{\text{üzemképes idő}}{\text{teljes megfigyelési idő}}$$

A használhatóságot egy éves, ritkább esetekben egy hónapos időintervallumra szokás megadni.

A hibás időszakok aránya (UN, Un-availability) az alábbi módon számolható:

$$\mu A = 1 - A = \text{DTR (Down Time Ratio)}$$

A professzionális távközlési rendszerek használhatósága a 95-99,99% tartományba esnek.

Egy távközlési rendszer használhatósága több tényezőtől függ. Ezek összességében meghatározzák a teljes rendszer megbízhatóságát. Mivel a rendszer megbízhatósága ezen tényezőktől függ ezeket angolul a „dependability” kifejezéssel határozzák meg. Mivel a „dependability” fogalomnak ebben az összefüggésben még nem alakult ki elfogadott magyar kifejezése, a továbbiakban erre a „rendszermegbízhatóság” kifejezést fogjuk használni. A rendszermegbízhatóság nem rendelkezik mérőszámmal, a fogalomkörbe tartozó jellemzők azonban igen, ezeket a következőkben mutatjuk be.

Megbízhatóság

A megbízhatóság (R, Reliability) mérőszáma megadja annak a valószínűségét, hogy egy eszköz, berendezés egy meghatározott t ideig nem hibásodik meg. Egyenletes hibaeloszlás esetén a megbízhatóság várható értéke helyett, a két hiba közötti várható időtartam (MTBF: Mean Time Between Failure) is jellemzi a megbízhatóságot.

A hibagyakoriság (λ), mint mérőszám megadja egy időegységre eső meghibásodások átlagos számát. Egysége a FIT (Failure in time):

$$1 \text{ FIT} = 1 \text{ hiba}/10^9 \text{ óra}$$

MTBF és a λ közötti összefüggés:

$$MTBF = 1/\lambda$$

Hibaelhárítás idejének hatása a használhatóságra

A hibaelhárítás mérőszáma az az idő, mely egy hiba elhárításához átlagosan szükséges. Mérőszáma a MTTR (Mean Time to Repair).

A hibaelhárítási gyakoriság (μ) megadja, hogy egy idő intervallumban (óra, hónap, év) átlagosan hány hibajavítás esik. Javítható rendszerekben általában $\lambda = \mu$

A fentiek alapján a használhatóság az alábbiak szerint számolható:

$$\text{Használhatóság(A)} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

7.1.3. A hálózati hibák hatása a szolgáltatásokra

A távközlő hálózat egyes elemeinek hibáiból adódó szolgáltatás kiesések időtartamának hatása különféle szolgáltatások esetén eltérő lehet. A rövid idejű, néhány másodperces kiesések vonalkapcsolt hálózatoknál (pl. PSTN) „csak” az éppen üzemelő összeköttetés szakad meg, a csomagkapcsolt hálózatokban ez a hibaidő néhány csomagismétlését jelenti. A lényegesen hosszabb kiesések (10-20 perc) azonban már éreztethetik hatásukat, társadalmi reakciókat is kiválthatnak (pl. leállnak a pénzkidó automaták, megszakadnak egyes TV csatornák, stb.).

Az alábbi táblázatban egy összefoglalást mutatunk be a hálózatkiesések hatásairól. Ez támpontot nyújthat a tervezőknek hálózat megbízhatóságának méretezésére.

A legtöbb szolgáltatás megszakadása a 2 másodperc- 5 perc időtartományba esik. Ez az a tartomány az, ahol a szolgáltatási hálózati rétegek menedzselő rendszereinek, valamint a hálózati elemekbe épített védelmeknek, átkapcsolási/átirányítási funkcióknak célszerű működésbe lépniük a szolgáltatások folyamatossága érdekében.

A kiesés időtartama	A hiba hatása a szolgáltatásokra és a felhasználókra
<50ms	Gyenge minőségromlás, egyes gyors vonali védelmek aktivizálódnak Szinkron kiesések következtében hallható kattánások a távbeszélő összeköttetésben. Az adatátviteli hibaarány megnövekszik.
50 - 200 ms	Az egyes távbeszélő összeköttetések lebontanak. Egyes csomagokat meg kell ismételni az X.25 és TCP/IP rendszerekben.
200 ms - 2 másodperc	A számos távbeszélő összeköttetés lebont. Jelentős adatismétlési igény keletkezik.
2 másodperc – 10 másodperc	Minden távbeszélő összeköttetés lebont, és új nem épül fel. Az X.25, ATM kapcsolatok lebontanak, zavarok az adatkapcsolati rétegben, átirányítási (rerouting) folyamatok beindulnak.
10 másodperc - 5 perc	Minden kapcsolat lebont.
5 perc-30 perc	Zavarok lépnek fel a hálózat forgalmában, torlódások keletkeznek, melyek enyhén hatással lehetnek a mindennapi lakossági és üzleti életre is.
>30 perc	Nagyobb számú előfizetőt érintő, jelentősebb hálózatkiesés következik be, a fontos távközlési felhasználókat érintő zavar esetén jelentős hatással lehet a mindennapi életre és az üzleti folyamatokra is. Az esemény hírré válik.

7.1.1 táblázat

7.1.4. A hálózat használhatóságát közvetlenül befolyásoló tényezők

Berendezések megbízhatósága

A távközlési berendezések megbízhatóságát az egyedi komponensek, aktív és passzív elektronikai alkatrészek határozzák meg.

Az egyes elemekre vonatkozó egyedi megbízhatósági értékeket a gyártók mérésekkel állapítják meg. Ez az érték gyakorta nem a katasztrofális meghibásodási valószínűséget, hanem a specifikációs túrésból való kilépést jelenti. A gyakorlatban az elektronikai eszközök meghibásodási gyakorisága (λ) a $(10...1000) \times 10^{-9} = 10...1000$ FIT tartományba esnek.

A berendezések az adott konfigurációját létrehozó részegységek, kártyák, portok meghibásodási gyakoriságát az egyes alkotóelemek meghibásodási valószínűségeinek összegével lehet számolni:

$$\lambda_S = \pi_e \sum_{i=1}^N \lambda_{s_i}$$

ahol N: a berendezést alkotó alkatelemek száma.

λ_{Si} : a berendezést alkotóelemeinek egyedi meghibásodási gyakorisága

π_e : a környezeti körülmények hatását leíró szorzótényező

A gyártók megadják az általuk szállított berendezések számított λ_S értékeit, és ezek a távközlési hálózatok részletes megbízhatósági analíziséhez bemenő adatként szolgálhatnak.

Környezeti feltételek

A távközlési berendezések, eszközök élettartamát, meghibásodási gyakoriságát befolyásoló környezeti körülmények, pl. a környezeti hőmérséklet, a relatív páratartalom, por stb. A jelenlegi szilícium alapú elektronikai technológiára épülő távközlési berendezéseknél szokásosan a $+5..+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ közötti környezeti hőmérsékletet és a 80-85%-os relatív páratartalmat követelik meg. A gyártóknak gondos tervezéssel biztosítani kell, hogy a berendezések belsejében az egyes alkatrészek hőmérséklete ne lépje túl az alkatrészekre megengedett hőmérsékletet. Ezt passzív vagy aktív, erőltetett hűtéssel ellenőrzik.

Túláram és villámvédelem

A távközlési berendezések, vezetékek, kábelek közelében erősáramú hálózatok, távvezetékek rövidzárlatánál fellépő hosszanti indukált áramok nem okozhatnak maradandó hibát. Nem hibásodhat meg egy távközlő hálózat, ha a légköri kisülés nem közvetlenül a hálózaton keresztül megy végbe. Ezen hatások elleni védelmet gondosan meg kell tervezni. (Részletesebben lásd a 7.8. pontban).

Mechanikai behatások

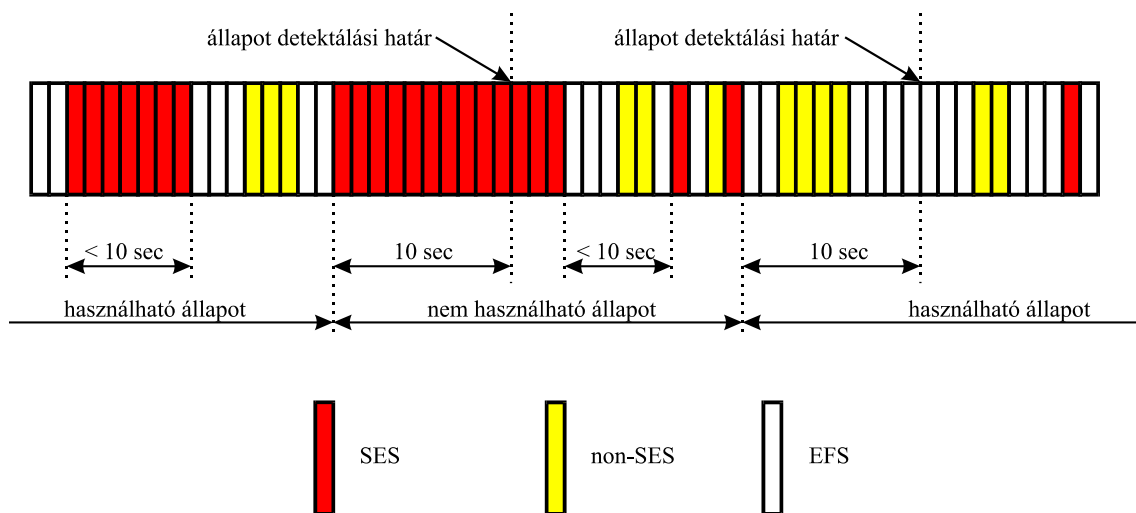
A távközlő hálózatok berendezései, összekötő kábelei mechanikai hatásoknak is ki lehetnek téve. A berendezéseket megfelelő rázás állóssággal kell kialakítani. Ez különösen fontos külterületen, forgalmas utak mentén, hidakon, útburkolat alatt vagy kültéri szekrényekben elhelyezett berendezésekre.

A távközlési kábelek külső hatásra történő megszakadása, elvágása talán az egyik leggyakoribb hálózati meghibásodási tényező. Ezek gyakoriságát csökkenthetik a gondosan elhelyezett nyomvonaljelzések és a pontos, térinformatikán alapuló közműnyilvántartások.

7.1.5. Az átviteli jellemzők hatása a használhatóságra

A hálózati csomópontok és az azokat összekötő átviteli utak, vagy egyes szakaszok átviteli jellemzőinek átmeneti, vagy végleges leromlása használhatatlanná teszi a teljes összeköttetést. A kismértékű átviteli minőségromlást még nem tekintjük meghibásodásnak, bár a szolgáltatás minőségére hatással lehet.

Az ITU definíciója szerint használhatatlannak tekintünk egy összeköttetést, ha 10 egymás után következő másodpercben az átviteli minőség súlyosan leromlik. A súlyosan leromlott állapotok definíciói technológiánként és sebességenként különböző. A G.821, 64 kbit/s digitális összeköttetések esetére, a nagyobb sebességek esetére a G.826 ad ajánlást. A hibás állapot detektálásának módját a 7.1.1. ábra mutatja be:



SES: Súlyosan hibás másodpercek (Severely errored seconds)

EFS: Hibamentes másodpercek (Error free seconds)

7.1.1 ábra

A fenti definíciónak megfelelő hibakieséseket a rendszer kiesési idejéhez kell hozzászámolni. Hogy ezek a kiesések a felhasználás szempontjából ne forduljanak túl gyakran elő, ezért még a kiesések éves gyakoriságát (outage intensity) is meg szokás kötni. A hivatkozott ETSI szabvány ennek a megkívánt értékeire is ad útmutatást.

7.2. A megbízhatóság és növelésének módszerei

Szerző: Paksy Géza

Lektor: Wiener József

7.2.1. A hálózatok megbízhatósági analízise

A távközlési hálózatok megbízhatósági szintjének elemzésére alkalmas a matematikai modellen alapuló analízis, melynek segítségével viszonylag pontosan meghatározható a megvalósításra kerülő hálózat használhatósága. Ilyen a folytonos idejű, homogén Markov-folyamattal történő leírás. Ebben az esetben a hálózat megbízhatósági modelljét egy blokk-diagramm és egy állapot gráf adja meg, amelyek meghatározzák a hálózat elemeinek kapcsolatait és a megbízhatósági állapotait. Például a 7.2.1. ábra egy párhuzamos, redundáns optikai hálózat modelljét mutatja be. A rendszer lehetséges állapotai: 1,2,3,4. Az állapot átmeneteket az összekötő vonalak szemléltetik. A hibátlan 1. állapotból λ_1 vagy λ_2 valószínűséggel kerül a rendszer a 2.vagy a 3. állapotba. Ekkor a rendszer még használható. Az 4. állapot a rendszer kiesését jelenti, ide a rendszer $\lambda_1 + \lambda_2$ valószínűséggel kerül.

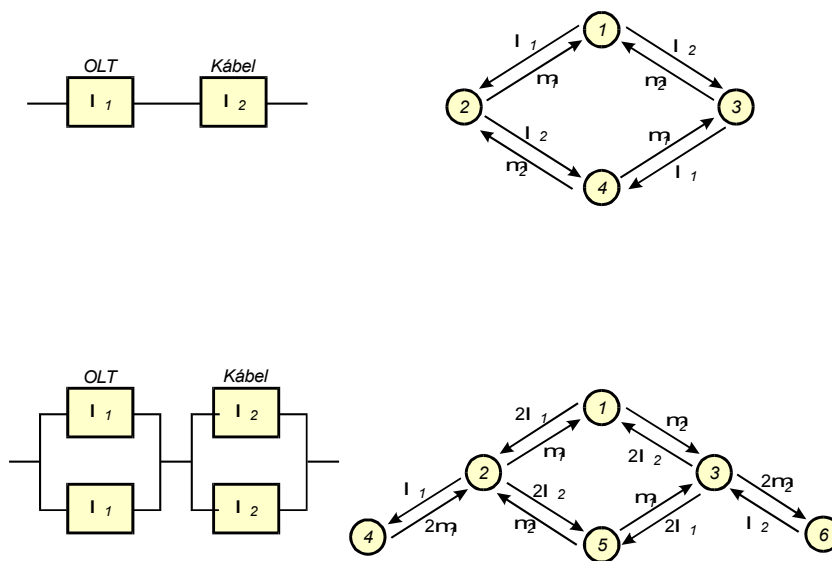
Ha egy rendszer K számú alrendszerből épül, ha az alrendszerek még tartalmaznak m számú cserélhető, vagy javítható részegységet, akkor az állapottér $K \times m$ állapotból áll. Az esetek többségében a részegységek hiba gyakorisága több nagyságrenddel kisebb a hiba felismerési és javítási idő reciprokánál, ezért a modell redukálható, csonkolható kevesebb állapotra.

Ha az i -edik alrendszerek hibaelhárítás átlagos ideje μ_i , akkor az ábrán μ_i él jelenik meg.

A j -edik állapot P_j valószínűségét, abból a hosszidejű időátlagból kapjuk meg, amennyit a rendszer a j -edik állapotban tölt. $\sum P_j = 1$, $j=1,2,\dots,K$. A P_j állapotvalószínűségeket egy K egyenletből álló lineáris egyenletrendszer megoldása adja. Nagy rendszereknél a többszörös hibákhoz tartozó állapotvalószínűségek olyan kis valószínűségek, hogy a számítási idők rövidítése érdekében elhanyagolhatóak.

A rendszerek összetettségének növekedésével a modell bonyolultsága és ezen keresztül a matematikai műveletek száma is erősen növekszik. Nagy rendszerek megbízhatósági analíziséhez általában erre a célra készített számítógép programokat alkalmaznak, a nagymennyiségű számítások elkerülésére számos algoritmus létezik, mint például a véletlen sorsoláson alapuló Monte-Carlo módszer.

A modellszámítások eredményének helyessége a rendszer hosszúidejű megfigyelésével, a hibajelenségek és gyakoriságok gondos analízisével igazolható.



7.2.1 ábra

7.2.2. Távközlési hálózatok megbízhatósági szintjének gazdaságossága

A távközlési szolgáltatások elvárt használhatóságának mértékét a szolgáltató és a felhasználó közötti megegyezés rögzíti. Az elvárt használhatóság a szolgáltató szempontjából nem csupán egy, a szolgáltatására jellemző minőségi mutató, hanem fontos gazdasági kérdés is, ugyanis a hálózat megbízhatóságának növelése csak különféle befektetések megvalósításával és az üzemeltetési költségek növelése árán lehetséges. A hálózat üzemeltetőjének a gazdaságos üzletmenet érdekében költségek és a bevételek közötti maximális profitot kell elérni, azaz

$$\max \{LCR-LCC\}$$

A jelenérték számítás és az optimalizálás az 1.12. fejezet alapján végezhető el.

A forgalmi kiesések eltérő hatásának vonalkapcsolt és csomagkapcsolt esetben.

Vonalkapcsolt forgalmi kiesés esetén:

$$C_t = \lambda_F \cdot MDT \cdot \alpha \cdot A \cdot E \cdot C_s$$

λ_F : hibagyakoriság,

MDT: átlagos [idő],

A: forgalmas órai forgalom (Erlang),

α : a forgalmas órák aránya üzemben kívüli idő alatt,

E: a forgalmi torlódás valószínűsége,

C_s : a szolgáltatás bevétele [pénzegység/aktív idő].

Csomagkapcsolt forgalmi kiesés esetén a várható bevételkiesés:

$$C_{tp} = \lambda_F \cdot MDT \cdot \gamma \cdot \beta \cdot \varepsilon \cdot C_p$$

Ahol γ : forgalmas órai csomagátvitel (csomag/óra),

β : a hibaidő alatti csomagátvitel aránya a forgalmas órához viszonyítva,

ε : csomagvesztés valószínűsége a kiesési idő alatt,

C_p : egy elvesztett csomag gazdasági következménye (pénzbevétel/csomag),

Bérelt vonalak esetén a bevételkiesés:

$$C_{tp} = \lambda_F \cdot MDT \cdot n \cdot C_L$$

n : a bérelt vonalak száma

C_L : a bérelt vonal bevétele (pénzbevétel/óra)

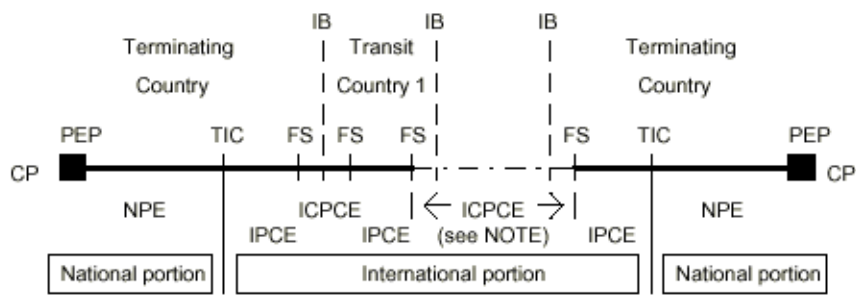
Egy adott hálózati rész kiesése esetén az azon a hálózati részen üzemelő különféle szolgáltatások bevétel-kiesési kiesési értékét összegezni kell.

A modell feltételezi, hogy a paraméterek statisztikusan függetlenek, és időben nem változnak. A valóságban azonban a forgalmas órák és a hibakeletkezés időpontja között korreláció lehet.

A modellszámítás és értékelés után a gazdaságosnak ítélt intézkedésekkel a megfelelő hálózatbiztonság létrehozható.

7.2.3. a. A használhatósági paraméterek kiosztása nemzetközi összeköttetésekben

A nagytávolságú összeköttetések eredő használhatóságát, az egyes szakaszokat üzemeltető távközlési cégeknek kell biztosítani. Annak érdekében, hogy az egyes szakaszokra kielégítő minőségű összeköttetéseket használjanak, az ETSI egy szabványt dolgozott ki a használhatósági paraméterek kiosztására (EN 300 416). A szabványban egy 2500 km hosszú béreltvonali referencia összeköttetést határoztak meg a 7.2.2. ábra szerint:



7.2.2 ábra

PEP, (Path End Point): Útvonal végződés

TIC, (Terminal International Centre): Végződő nemzetközi központ

FS (Frontier Station): Határmenti erősítő állomás

IB (International Border): Országhatár

ICPCE (Inter-Country Path Core Element): Nagytávolságú nemzetközi szakasz

IPCE (International Path Element): Nemzetközi szakasz

NPE (National Path Element): Nemzeti szakasz

CP (Customer Premises): Felhasználó

Az összeköttetések hosszára az alábbi hossz kategóriákat határoztak meg

Úthossz, km	L<500	500<L<1000	1000<L<1500	1500<L<2000	1500<L<2000
I	1	2	3	4	5

7.2.1 táblázat

A hosszkategóriáknak megfelelően a teljes összeköttetés egyes összetevő szakaszaira az alábbi képletek és a 7.2.2 értéktáblázat segítségével lehet meghatározni a használhatóság, és az üzemkiesés megengedhető értékeit.

Út elem	Minőségi kategória	Átlagérték (x10 ⁻⁴)		Worst-case (x10 ⁻⁴)	
		A _j	X _j	A _j	X _j
IPCE	Standard	0	15	40	35
	Emelt	0	3	8	7
NPE	Standard	0	20	52	47
	Emelt	0	4	12	9
ICPCE	Standard	0	20	52	47
	Emelt	0	4	12	9

7.2.2 táblázat

Ha N független szakaszból épül fel az összeköttetés, akkor az alábbi közelítést lehet alkalmazni:

$$\text{Átlagérték: } U_{MN} = \sum_{n=1}^N u_{mn}$$

$$\text{Legrosszabb érték: } U_{WN} = U_{MN} + \text{sqrt} \left\{ \sum_{n=1}^N (u_{wn} - u_{mn})^2 \right\}$$

Az u_{mn} és u_{wn} az egyes szakaszok kiesési értékei., feltéve, hogy az egyes útszakaszok kiesési valószínűségei normál eloszlásúak.

7.2.4. A használhatóság növelésének lehetőségei

Az előzőekben áttekintett használhatóságot befolyásoló tényezők tükrében az alábbi lehetőségek vannak annak növelésére:

Hálózattervezés fázisban

A legkedvezőbb hálózati topológiák megválasztása, a költségek optimalizálása. A hálózati kapcsolatok, összeköttetések gondos megválasztása. A hálózati csomópontok többszörös elérése alternatív útvonalakon, dual-homing, csomópontok redundáns megvalósítása

A különféle öngyógyító hálózati architektúrák alkalmazása, melyek felépítése lehetővé teszi, hogy egy kieső szakasz esetén is a forgalom célhoz érjen

A kiviteli tervezésnél a berendezések biztonságos elhelyezése, nagy megbízhatósági áramellátás és a specifikált környezeti feltételek betartása.

Megvalósítás fázisában

- A használhatósági követelményeknek megfelelő megbízhatóságú berendezések beszerzése és üzemeltetése.

Az üzemeltetés folyamán

- Megfelelően kialakított hálózat felügyeleti rendszerek alkalmazása, üzemeltetése a hibák gyors felismerése és a hálózat gyors átkonfigurálása céljából.
- A fenntartási tevékenységek hatékonyságának növelése, megfelelő képzettségű fenntartó személyzettel. Az emberi tévedésekből származó hibák minimalizálása.
- A korszerűtlen, túlhasznált berendezések modernizálása, az elavult hálózatok rekonstrukciója, áttérés új technológiákra.
- A hibaelhárítási folyamatok pontos megtervezése.
- Megfelelő mennyiségű tartalékkészletek raktározása. A tartalékkészletek optimális szétosztása, tárolása.

7.3. Hálózat tartalékolási elvek

(szerkesztői fejezet)

A hálózatok struktúráját és a különböző öngyógyító hálózatokat a negyedik fejezet tárgyalta. Abban a fejezetben a szövevényes hálózatok és a kettős gyűrűk működése során megismertük azokat a forgalomirányítási elveket, melyek bármely két pont között kapcsolatot tudnak teremteni akkor is, ha bármelyik csomópontban vagy szakaszon egy elem meghibásodik. Négy vagy annál több csomópontot tartalmazó hálózatok, szövevényes rendszerben kettőnél több hibát is elviselnek, vagyis minden pont elérhető, de megnövekszik a forgalmi torlódás.

Lehetséges olyan megoldások alkalmazása is, melyeknél a tartalékolás nem csak a fizikai rétegben, hanem magasabb rétegekben is segít a kiesett szakaszok pótlásában. Ezen megoldásoknál ki lehet használni a harmadik és a feletti szintek intelligenciáját is a megfelelő irányítás kialakításában. Ezt a lehetőséget a negyedik fejezet szintén említette.

A hálózatok hibatűrése szempontjából előnyös, ha a hálózatot gráfokkal modellezzük. A teljes összeköttetés leírásakor mindig találhatók olyan útvonalak, melyek bármelyik elhagyása esetén a kapcsolatot létre hozzák. Ennek a modellnek az az előnye, hogy a megfelelő matematikai módszerekkel kialakítható a csonka gráf hálózat optimális forgalomáteresztő képessége. A létesítés során előre kidolgozható minden hiba lehetőségre az átirányítási módszer. Ez lehetővé teszi, hogy néhány milliszekundum alatt ismét minden csomópont be legyen kapcsolva. Az erre vonatkozó részletes tájékoztatás Recski András és Laborczi Péter munkája alapján az 1.9. fejezetben megtalálható.

A tartalékolás azonban nem feltétlenül hálózati követelményeket támaszt, különösen csomópontokban, alkatrész egység vagy berendezés szinten is lehet tartalékot képezni. Az egység és berendezés szintű tartalékolásánál két lehetőségünk van. Az első, hogy az üzemi és a tartalék egység párhuzamosan működik, a jelfolyam azonban az üzemi egységen halad át. Annak kiesése esetén automatikusan átveszi a tartalékegység vagy berendezés a hibás egység szerepét és a felhasználó egyáltalán nem veszi észre az üzemzavart, ugyanakkor a fenntartó

személyzet azonnal tájékoztatást kap a hibáról, a hibás egység típusáról és ennek ismeretében a cseréről intézkedhet. Ennek méretezéséhez tekintsük át még egyszer a használhatósági követelményeket.

A fenntartás és a hibaelhárítás oly módon szervezendő, hogy a kiesési idő minimalizálása mellett a fenntartók utazási idejét is alacsony értéken tartsuk, ugyanakkor a létszám se legyen túlságosan nagy. A szigorú feltételek teljesítése csökkenthető, ha a kiesési idő lényegesen alacsonyabb, mint a hibaelhárítási idő. Ehhez az szükséges, hogy mindenütt legyen lehetőség tartalékok üzembe helyezésére, vagy olyan hálózati struktúrákat alkalmazzunk, melyek automatikusan képesek a hibás szakaszt kiküszöbölni, vagy áthidalni.

Használhatóság alatt azt az arányszámot értjük, amelyik megadja, hogy a teljes idő (naptári idő), T hányad részében üzemképes (T_0), vagyis használható a rendszer. Ennek angol kifejezéséből (availability) ezt A betűvel jelöljük. $A=T_0/T$. Általában A értéke 0,999 nagyságrendben van. Ez az érték nehezen kezelhető, ezért előnyösebb a kiesési időhányad használata (Down Time Ratio).

$$DTR=1-A$$

Ez könnyebben használható, különösen, ha elfogadjuk, hogy általánosan 10^{-4} értéket, (a DTR egysége, az óra/év átváltásnak megfelelően) veszünk figyelembe. Egy évben 8 óra kiesés az 10×10^{-4} értéket, vagy 10 DTR (óra/év) egységet jelent, ami általában az elfogadható határ. Digitális automatikus tartalékolású hálózatoknál ennél jobb értékeket is el lehet érni.

A használhatóságot a rendszer megbízhatósága és a hibaelhárítási idő jellemzi. A megbízhatóságot a kiesési gyakorisággal, vagy más szóval, két kiesés közötti időtartam várható értékével adjuk meg. Ennek jele általában μ , melynek dimenziója idő. Szokásos az n érték megadása is, mely az időegységben előforduló hibák számát adja meg vagyis darab/idő dimenziójú.

A hibaelhárítási idő jele L . Amennyiben automatikusan tartalék üzemre kapcsol a rendszer ennek értéke néhány perc. Sok esetben azonban ennél is rövidebb lehet. Ha az üzem csak helyszíni beavatkozással állítható helyre, akkor az elhárítási idő az odautazási idő + az ott végzett munka idejével összegzett idő.

$$L=L_u+L_0$$

Ezekkel számolva $DTR=nL$.

A fenntartó létszám vagy fenntartói csoportok számának meghatározásához az utazási idő kétszeresét kell számításba venni, mert a következő hibaelhárítási feladat előtt általában visszautaznak a támpontra a fenntartók. A mobiltelefonos irányítás jelentősen lecsökkentheti az utazási időt, mert minden új hibához az éppen legközelebb tevékenykedő csoportot irányítják. Ennek akkor van reális haszna, ha a gépkocsiban valamennyi gyakran előforduló hibához szükséges eszközöket és szerszámokat viszik magukkal. Automatikus pótlásnál a csoport útiránya és feladati előre tervezhetők, mert csak az lényeges, hogy mielőtt egy újabb hiba fellépne, az előző hibát elhárítsák. Nagymegbízhatóságú rendszereknél az 1 %-os valószínűséggel fellépő második hiba μ értékéből számítható. Azon rendszereknél, melyeknél 1 hiba/év a gyár által garantált hibasűrűség és ehhez tartozó szigma megfelel a normáleloszlásnak akkor is a két hiba együttes fellépésének valószínűsége 10^{-4} ezért megengedhető, hogy egy munkanap legyen a hiba jelzése és elhárítása között.

Ha nincs automatikus tartalék, akkor $1-A=nL$. Ez a méretezés alapösszefüggése. Ebből lehet számolni, hogy az országban hány csoport legyen, az utazási idő minimalizálása érdekében és ugyanakkor L értéke ne lépje túl a 2-3 órányi időt. Ha a berendezések megbízhatóak és a javításuk 1 órán belül megoldható, akkor elegendő 60 km sugarú körök középpontjába telepíteni fenntartó, hibaelhárító csoportokat. A berendezések mennyisége dönti el, hogy egy ilyen középpontban hány csoportnak kell elhelyezkedni.

Előnyös, ha ezekben a fenntartási központokban üzemeltetési feladatokat is ellátnak és az ott dolgozók egyaránt alkalmasak valamennyi feladat elvégzésére. Gondoskodni kell ezen kívül, hogy valamennyi hibaelhárításhoz szükséges tartalékberendezés, egység, kártya, kábel vagy szerelvény rendelkezésre álljon. Ezeket azonnal pótolni kell, ha valamelyiket felhasználták.

A használhatóság tervezését a különböző átviteli út, kapcsoló vagy átviteli berendezés esetén újból kell tervezni, ha kialakult az új eszközök hibagyakorisága és a helyszíni javításhoz szükséges idő. Az IP alapú forgalomirányításnál az egységek hibája nem jelent soha kiesést. Az irányítás lehetővé teszi, hogy minden olyan pontra, amely legalább két irányból elérhető, vagyis három irányú csatlakozása van a hibák csak forgalmi túlterhelésben jelentkeznek. A forgalmi túlterhelés észlelésekor

be kell avatkozni. Kivételt csak a felhasználói hálózat jelent, mert azt csak kivételes esetekben tartalékolják.

Mint látható a felhasználók számára szükséges használhatóságot (l. 1.12. fejezet), tehát alkatrész berendezés, szakasz, csomópont és hálózati szinten végrehajtható eljárásokkal lehet garantálni. Saválasztást gazdasági szempontok szabják meg, ez azonban minden országban különböző lehet, attól függően hogy a berendezések ára hogyan aránylik a fenntartó személyzet munkabéréhez és milyen költségtöbbletet a gyors utazás. Ez a tényező nem csak hely szerint, hanem az idő függvényében is változik, ezért erre általános szabályt kialakítani nem lehet.

7.4. Hálózati elem menedzselés és hálózat menedzselés

Szerző: Wiener József

Lektor: Terplán Kornél

Az elmúlt évtizedben folyamatosan bővült a távközlési szolgáltatások választéka, és megnőtt a nagysebességű átvitel, mint pl. videó iránti igény. A képesség a hang, videó és adat nagysebességű átvitelére kritikus követelménnyé vált. Újabban, a távközlési hálózatoknak különböző sávszélesség-igényű számítógépes hálózatokat kell integrálniuk. A növekvő IP alapú forgalom irányítás eltérő forgalmi természetű új követelményeket támaszt a hálózat üzemeltetőkkel és a szolgáltatókkal szemben.

Annak érdekében, hogy különböző típusú információkat nagy sebességgel továbbítani lehessen, teljesen új technológiák bevezetését, a létező technológiák és protokollok képességeinek jelentős javítását kellett és még a jövőben is kell megoldani. Az SDH-ra (SDH=Synchronous Digital Hierarchy), ATM-re (ATM=Asynchronous Transfer Mode), xDSL-re (DSL=Digital Subscriber Line) vonatkozó szabványok megvannak, de a megvalósítás a különböző hálózat üzemeltetőknél eltérő fázisban van. Ezeknek a tényeknek, valamint a gyorsan változó igényeknek köszönhetően, az áttérést a hagyományos telefonszolgáltatásról (POTS) nagyon gyorsan meg kell valósítani.

Újabban a fényvezetők, és a mobil távközlés is hozzá tették a saját bonyolultságukat és sebesség-igényüket, amelyek eltérnek a hagyományos telefonhálózatétól. A komplex és eltérő berendezés és szolgáltatásválaszték, ezeknek gyors változása a hálózatok, erőforrások és szolgáltatások kontrollját nagyon bonyolult feladattá tették. Ez a probléma csak a modern számítógépes technika segítségével és a maximálisan lehetséges automatizálás megvalósításával oldható meg.

7.4.1. A hálózat menedzselés

A távközlési hálózatokat üzemeltető szervezetek jelentős időt, pénzt és emberi erőforrást fektettek be távközlési hálózatuk kiépítésére, amelynek fenntartásáról is gondoskodni kell. A hálózat menedzselése azon folyamatként definiálható, amely a távközlési hálózatot a maximális hatékonyság és termelékenység elérése érdekében vezérli. Ez a folyamat tartalmazza a hálózatból az adatgyűjtést (manuálisan vagy inkább automatikusan), az adatok feldolgozását és ezek megjelenítését a hálózatot üzemeltető személyzet számára. Ahogy a szolgáltatásmenedzselés jelentősége nő, a hálózat menedzselésnek ugyancsak előfeldolgozást kell végeznie a szolgáltatásmenedzselés számára szükséges adatokon, és az adatokat a magasabb szintű (szolgáltatás- és üzleti menedzselő) rendszerek felé továbbítani kell.

Számos országban a dereguláció erős, helyenként igen agresszív versenyt eredményezett a távközlést szolgáltató versenytársak között. A dereguláció ugyancsak lehetővé tette, hogy a szolgáltatók kiterjesszék tevékenységüket a hagyományos földrajzi területükön kívülre, akár az ország határokon túlra is. Ez a globalizációs tendencia ugyancsak erősítette a versenyt.

A gyártó-specifikus hálózat menedzselés nem tudja biztosítani az együttműködést a különböző gyártók által telepített eltérő technológiák, berendezések, a különböző lehetőségekkel és különböző szintű menedzselési képességekkel rendelkező specifikus menedzselési megoldások között. A szakadék elméletileg áthidalható emberi erőforrásokkal, de az így módon elérhető sebesség nagyon gyakran nem elegendő az ügyféllel szerződött szolgáltatási szint eléréséhez.

Amint az ismert, létezik egy „szakképzettségi piramis” (7.4.1. ábra). Ez azt jelenti, hogy minél magasabb a kívánatos szakképzettség, annál kevesebb megfelelő személyzet áll rendelkezésre. Ugyancsak nőnek a magasabb képzettséggel kapcsolatos oktatási költségek és a fizetések is. A különböző és egyre bonyolultabb technológiák egyre képzettebb személyzetet igényelnének, de a

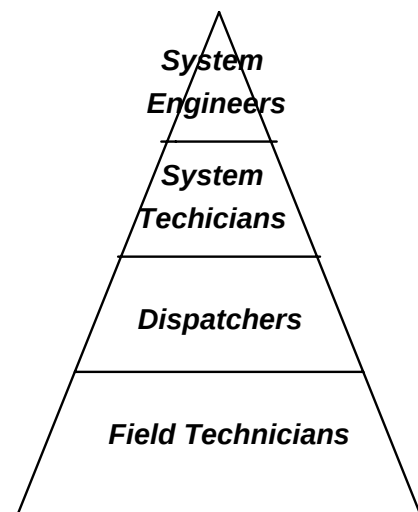


Figure 7.4.1. The Skill pyramid

gazdaságos üzemeltetés és a hatékonyság kevesebbet enged meg – és nem kétséges, hogy a gazdaságos üzemeltetés iránti elvárás erősebb, azaz a cégek kisebb de szakképzett személyzetet fognak felvenni. Következésképpen, egyre kisebb létszámú személyzet fog működtetni egyre bonyolultabb hálózatokat és szolgáltatásokat.

Ennek eredményeképpen, a hálózat menedzselés (NM, Network Management) egyre kritikusabbá válik. Az NM alapvető célja, hogy az emberi erőforrásokat helyettesítsük számítógépekkel annak érdekében, hogy a folyamatokat automatizálhassuk és gyorsíthassuk.

A gyártófüggő hálózat menedzselési megoldások általában jól működnek a gyártó saját eszközeivel, de nem tudják biztosítani a változatos technológiák, hálózat- és szolgáltatás menedzselési megoldások közötti együttműködést. Ez az a hajtóerő, ami a szabványos hálózat- és szolgáltatás menedzselési megoldásokat fontossá és sürgőssé teszi.

Az egyedi (gyártófüggő) hálózatmenedzselő rendszerek egy másik problémát is felszínre hoznak, mivel nagy összegeket és emberi erőforrásokat kellett befektetni a létrehozásukhoz: nehéz egy jól működő és sok befektetést felhasználó megoldást eldobni. Ez szükségessé teszi, hogy a nem szabványos megoldások együtt tudjanak létezni az új menedzselési megoldásokkal, és a szabványosítási munkának ezt az igényt messzemenően figyelembe kell vennie.

7.4.2. Folyamat-orientáltság

A távközlési szolgáltató kulcsszava „többet kevesebbért” – gyorsabb szolgáltatás bevezetés és létesítés, jobb szolgáltatás minőség alacsonyabb áron. Ezek a célok az ügyfeleket kezelő és az üzemeltetést támogató folyamatok automatizálásával, valamint az előfizetőnek adott szolgáltatások menedzselése és a kiszolgáló hálózat közötti erős automatizált kapcsolat létrehozásával érhetők el.

A szolgáltatóknak és a hálózat üzemeltetőknek üzleti folyamataikat automatizálniuk kell, amelyhez az információk végponttól végpontig, számos

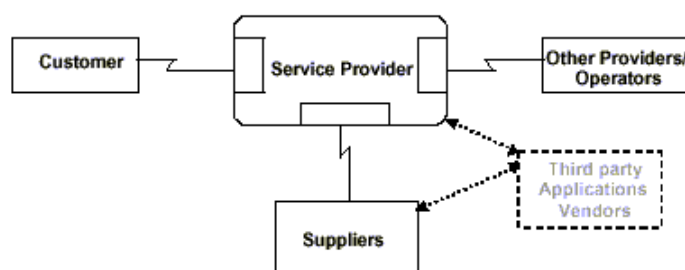


Figure 7.4.2
The Business Reference Model

különböző rendszeren kell végighaladnia. A hálózat üzemeltető és a szolgáltató valamennyi tevékenységének és folyamatának támogatnia kell az üzleti folyamatokat: a hálózat menedzselésnek, szolgáltatás menedzselésnek, marketingnek, beszerzésnek, stb. egyaránt együtt kell működniük velük.

A 7.4.2 ábrán látható üzleti referencia modell szolgál a menedzselés alapjául. Az ábra az alapvető kapcsolódási pontokat mutatja egy szolgáltató és ennek ügyfelei, szállítói valamint más szolgáltatók között. A vázolt üzleti szabályok és a kapcsolatok között az automatizálási lehetőségek széles skálája létezik.

7.4.3. TMN (Telecommunications Management Network)

A távközlésben, de különösen a távközlési iparban a TMN (Telecommunications Management Network, távközlés menedzselő hálózat) egy meglehetősen lazán kezelt fogalom, amelyet mindenféle menedzselési megoldásra használnak. Szigorú értelemben véve azonban, a TMN fogalom csak azon hálózat menedzselési megoldásokra alkalmazható, amelyek megfelelnek az ITU-T vonatkozó szabványainak.

A TMN modell egy módszer annak logikus végiggondolására, hogy egy szolgáltató milyen módon menedzseli üzleti folyamatait. A TMN modellben öt réteg van, amelyeket rendszerint egy háromszög vagy piramis formájában szokás ábrázolni (7.4.3. ábra). Az üzleti menedzselés van csúcson, a második réteg a szolgáltatás menedzselés, a harmadik a hálózat menedzselés, a negyedik az elem menedzselés, legalul pedig a hálózat fizikai elemei vannak.

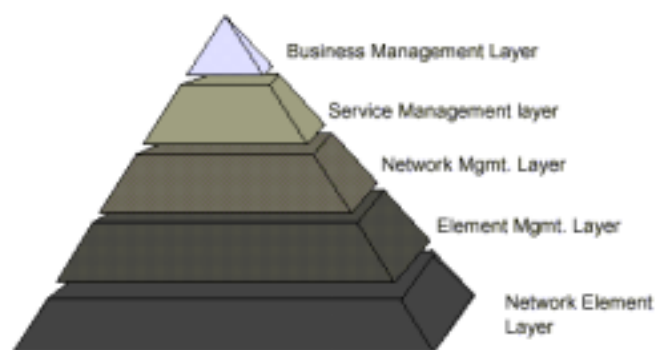


Figure 7.4.3. The TMN Model

A koncepció lényege, hogy az egyes rétegek egyrészt menedzselési döntései különböznek, de össze is függenek. Például, részletes információ szükséges ahhoz, hogy egy központot folyamatosan üzemeltessünk (az elem menedzselés szintjén), de ennek az információnak csak egy részhalmaza (pl. hogy a központ teljes kapacitással üzemel-e) szükséges a hálózat üzemben tartásához.

Fentről lefelé haladva, minden egyes réteg elvárásokat támaszt az alatta lévő réteggel szemben. Lentről felfelé haladva, minden egyes réteg lehetőségeket kínál a fölötte lévő rétegnek.

A TMN egy rétegezett architektúrát kínál a távközlési hálózatok menedzseléséhez. Foglalkozik a hálózat erőforrásainak (erőforrás a hálózat minden olyan komponense, amely részt vesz a szolgáltatásban – ideértve a berendezéseket, szoftvert, hardvert és az ügyfelet is -, annak monitorozásával, vezérlésével és a működés összehangolásával. A TMN néhány funkciója:

- Az ügyfélnek nyújtott szolgáltatások – mint hang-, video- és intelligens hálózati szolgáltatások, internet, adatátvitel, stb. – biztosításában résztvevő rendszerösszetevők, hardver és szoftver elemek távoli vezérlése.
- Könnyen kezelhető interfészek és együttműködési felületek biztosítása az ügyfél felé szolgáltatásainak konfigurálásához. Ennek az interfésznek figyelembe kell vennie a végfelhasználók valamint az üzemeltetők eltérő képzettségi szintjét.
- Automatizálás a problémák felderítése és ezek hatásának elhárítása céljából. Ez tartalmazza a hálózatok öngyógyító és önmagát korrigáló képességeit is.
- A gyártók saját berendezés-menedzselési megoldásainak és protokolljainak problémamentes integrálása az új berendezésekkel és protokollokkal.

Nemcsak hardver, de szoftver is alkalmazható a távközlési berendezések funkcionalitásának javítására; ezt a szoftvert és magukat a TMN (szoftver) alkalmazásokat is menedzselni kell.

7.4.4. Rendszermenedzselés funkcionális területek

A menedzselési feladatok ellátásához a hálózatmenedzselést öt funkcionális területre osztották fel:

- A hibamenedzselés (Fault management) a hiba detektálását, a diagnózis és az analízis segítségével történő hiba elszigetelést és a hálózati hibák korrekcióját jelenti. A hibamenedzselés része a hiba jelentése és a nyomkövetés pl. hibajegyek segítségével;
- A konfiguráció menedzselés (Configuration Management) a hálózati erőforrásokra vonatkozó információk számontartására irányul. Ez tartalmazza nemcsak a berendezés konfigurálását, hanem a hálózati nézetek kezelését, a topológia, a szoftver, a nyilvántartások/leltárak és a létesítés kezelését.
- Az elszámolás menedzselés (Accounting Management) az erőforrások használatára vonatkozó ellenőrzött adatgyűjtést és a használatért történő számlázást jelenti.

- A teljesítmőképesség menedzselés (Performance Management) tartalmazza a teljesítmőképességre vonatkozó adatgyűjtést, ezen adatok elemzését és a jelentést a problémákról. A teljesítmőképesség menedzselésnek ugyancsak része az erőforrások hatékonyságának és viselkedésének az értékelése.
- A biztonságmenedzselés (Security Management) funkció a beavatkozás (titkosság, hűség, hitelesség megsértése) detektálásával és a sértések jelentésével, biztonsággal kapcsolatos szolgáltatások – titkosítás (encryption), kulcsok kezelése, hozzáférés kontrol, stb. – létrehozásával, törlésével és karbantartásával foglalkozik. A jelszavak és a titkosító kulcsok elosztása ugyancsak biztonságmenedzselési funkció.

Erre az öt kategóriára az irodalomban nagyon gyakran FCAPS-ként szokás hivatkozni (az angol megnevezések kezdőbetűiből képzett betűszóval), és gyakran menedzselés funkcionális területeknek (MFA, Management Functional Areas) hívjuk őket.

7.4.5. A TMN architektúra és funkcionális csoportosítás

A TMN rétegzett architektúrájának ipar általi elfogadottsága következtében egy távközlés-menedzselési építőelem csak egy TMN rétegből és egy TMN menedzselési funkcionális területről tartalmazhat funkciókat. A követelmények ilyen szétszedése (granularity), amely a maximális funkcionalitás megvalósítására készített egy távközlés menedzselési építőelemen belül, a távközlés menedzselési ipar által elfogadott rétegzett architektúrában fogalmazódik meg.

A TMN formálisan megkívánja a rétegek szétválasztását. Ezek a rétegek a fő üzleti területeket választják szét, mint a hálózat üzemeltetése (hálózati elemek & elem menedzselés), a hálózat menedzselése, az ügyfél számára adott szolgáltatások menedzselése (szolgáltatás menedzselés) és az üzlet

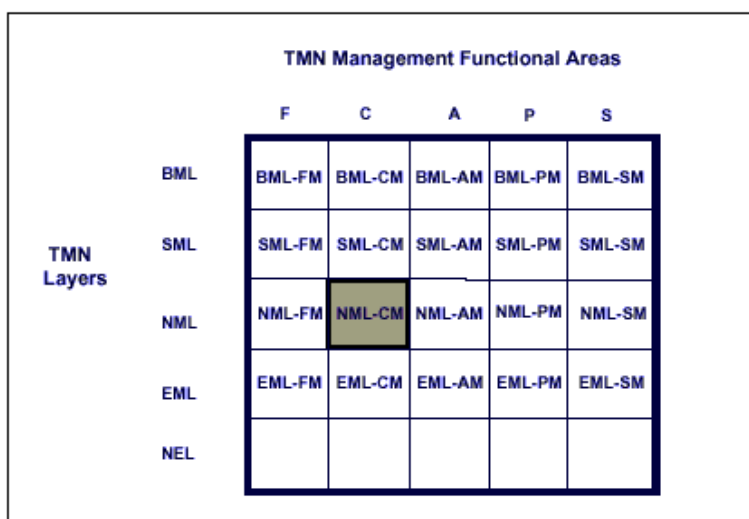


Figure 7.4.4. Layering and Grouping

menedzselése (Business Management). Ezt a jól ismert felbontást a 7.4.4. ábra szemlélteti.

A jelenlegi gyakorlatban gyakran azt tapasztaljuk, hogy minden egyes MFA-t (Menedzselés funkcionális területet) a legkényelmesebb módon, számos építőelem típusból építenek fel. Például az EML-FM (elem menedzselési szint hiba menedzselése) tartalmazza mind a hálózat hibafelügyeletének, mind a hálózati vizsgáló eszközöknek az elem menedzselőit. Ezek az elemmenedzselők különböző kliensekkel rendelkeznek a hálózatmenedzselési szinten, és különböző skálázhatósági és eloszthatósági jellemzői vannak. Az önálló megvalósítás lehetősége lehetővé teszi azt, hogy mindegyikkel a optimális módon foglalkozzunk.

7.4.6. A Telemanagement Forum távközlés üzemeltetési térképe

A TMN model egyszerű, bár a megvalósítás bonyolult. A jelenleg rendelkezésre álló nagyszámú szabvány, amely a menedzselő rendszerek közötti sok interfésszel foglalkozik, néha nehézkessé teszi a teljes áttekintést és megértést. A TMN menedzselési funkciók a funkciók struktúráját és dekompozícióját biztosítják valamennyi réteg számára. Az interfészeket és az információs modelleket definiáló ITU-T szabványok főként az erőforrások menedzselésére és azoknak az elem menedzselő réteghez kapcsolására koncentráltak. Mostanáig csak kis figyelmet szenteltek a TMN-en belüli interfészek és információs modellek specifikálására. Következésképpen, nehéz a szabványokat egy komplex üzleti számításnál – mint pl. egy adott üzemeltetéstámogató rendszer beszerzésénél – alkalmazni. Ugyancsak nehéz az alkalmazás olyan, előfizetőre koncentráló folyamatoknál, amelyek valóban az ügyfél igényeire válaszolnak.

A távközlés üzemeltetési térkép (TOM, Telecom Operations Map), a TMN modellt alapul használja, és célja bármely távközlési szolgáltatás üzemeltetés - támogatásának és menedzselésének leírása fentről-lefelé irányuló, végponttól-végpontig terjedő, folyamat- és ügyfél orientált megközelítéssel.

A TOM (7.4.5. ábra) tervrajzként szolgál a folyamatirányításhoz, és ugyancsak kiindulópontként szolgál az üzleti- és üzemeltetést támogató rendszerek

(Business and Operations Support Systems BSS/OSS) fejlesztéséhez és integrálásához. A TOM tartalmazza:

- A távközlés üzemeltetési folyamatok magasszintű áttekintését, az alfolyamatokat és a tevékenységeket fentről lefelé, ügyfélcentrikusan és végponttól-végpontig fókuszáltnak;
- A végrehajtás, igény kielégítés, számlázás elsődleges végponttól-végpontig terjedő folyamatainak magasszintű azonosítását;
- A folyamatok végtől-végig áramlására illusztratív példákat;
- Minden egyes részfolyamat funkcióinak részletesebb kifejtését, beleértve az egyes részfolyamat-dobozokban foglalt tevékenységeket, valamint minden egyes részfolyamat be- és kimeneteit;

A távközlés üzemeltetési térkép az ITU-T TMN modelljének rétegeit használja az alapvető üzleti folyamatok szervezéséhez, de a szolgáltatás- menedzselő réteget két részre osztja:

- Az első az ügyfélkezelési (Customer Care), a második a szolgáltatásfejlesztési- és üzemeltetési (Service Development and Operations) folyamat. A legegyszerűbb esetben, ez a felosztás az egyedi előfizetői igények által kiváltott folyamatok és az egy adott szolgáltatásra vagy szolgáltatás-családra előfizető ügyfélcsoportok által kiváltott igények közötti különbségeket tükrözi. Ezek a folyamatok felelősek azért, hogy a hálózat és az információs technológiák támogassák a szükséges szolgáltatások végtől-végig létrehozását.

- A hálózat- és rendszermenedzsel és ugyancsak az integrációs réteg az elemmenedzselő és a szolgáltatásmenedzselő réteg között. Ennek alapvető funkciója az információ gyűjtése az elemmenedzselő rendszerekből, majd az integrálás, az adatok közötti korreláció, és számos esetben ezen adatok összegzése és a megfelelő adatok továbbítása a szolgáltatásmenedzselő rendszerhez, vagy pedig a megfelelő akciók végrehajtása a hálózatban.

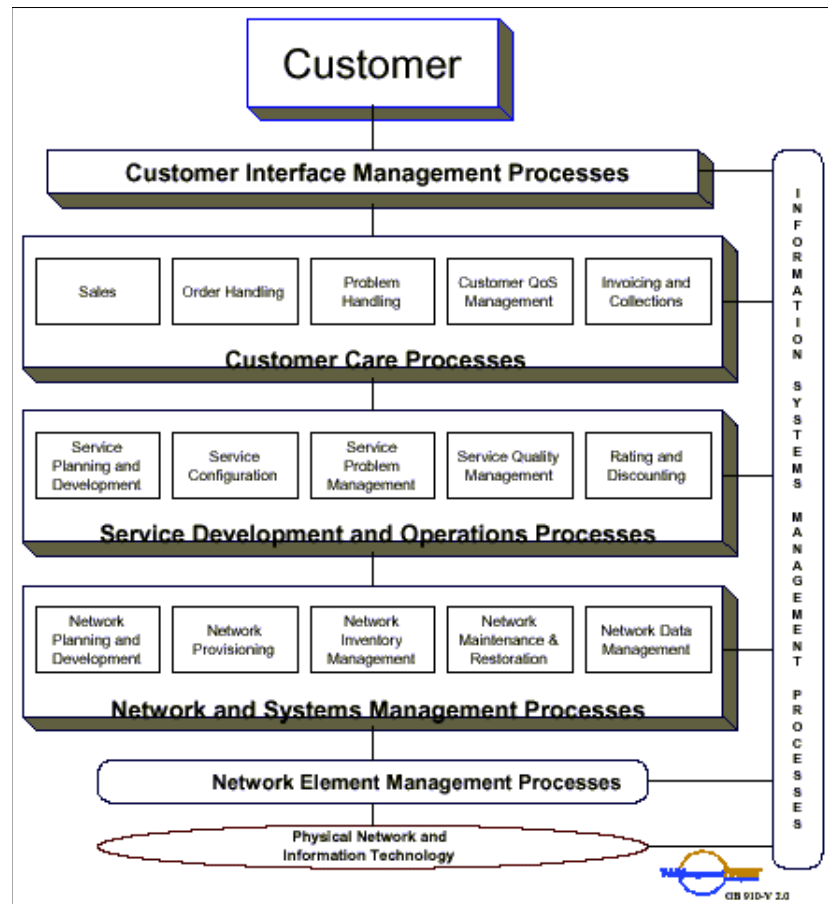


Figure 7.4.5. Illustration of TOM's Processes

7.4.7. Hálózatvezérlés üzemeltetési térkép

Ahogy azt látni lehetett, a hálózatmenedzselési folyamatok a TOM részét

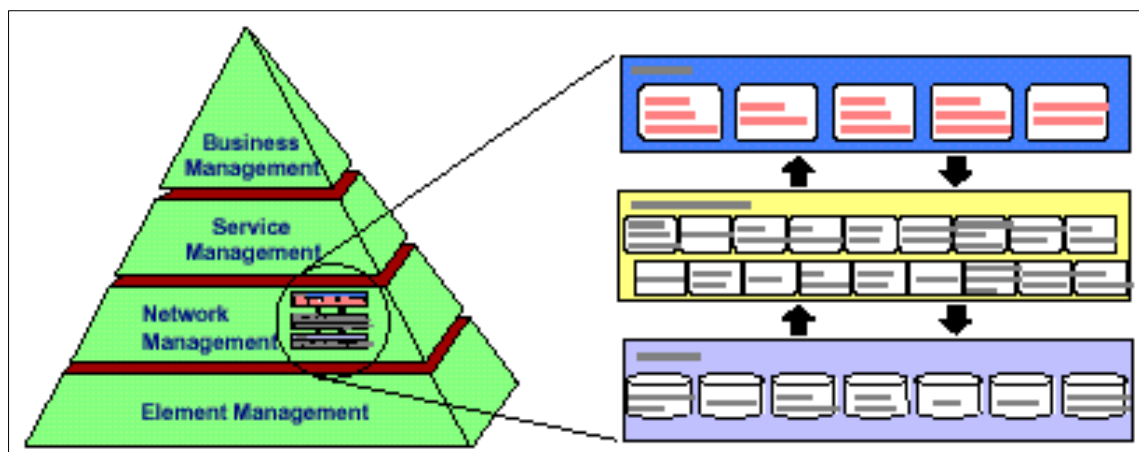


Figure 7.4.6.
Positioning the Network Management Detailed Operations Map within TMN

képezik. A hálózatvezérlési folyamatokat a hálózatvezérlés üzemeltetési térkép részletezi tovább. A folyamatokat és viszonyukat a TMN-hez a 7.4.6. ábra mutatja.

7.4.8. Elemmenedzselés és hálózatmenedzselés

Elemmenedzselés és elemmenedzselő rendszerek (EMS)

A távközlési hálózat hálózati elemekből (berendezésekből) áll. A berendezés, és a hálózati elem az alapvető infrastruktúra, azaz a hálózat hardver- és szoftver elemeinek rövid elnevezése. Szokásos esetben, a berendezés nagymértékben szállító-specifikus. A számlázás esetében ez pl. azt jelenti, hogy a nyers elszámolási adat gyakran gyártófüggő formátumban állnak rendelkezésre, és az elemek aktuálisan használt funkcionalitását jellemzik.

Az elemmenedzselő rendszer (EMS) a szolgáltató vagy hálózat üzemeltető által egy vagy több hálózati elem menedzselésére használt hardver és szoftver komponenseket jelenti. Az elemmenedzselő lehetőséget nyújt arra, hogy egy részhálózaton keresztül egy egyedi hálózati elemet menedzseljünk, tipikusan egyetlen szállító egy berendezésén, vagy egyetlen szállító berendezéseinek egy csoportján keresztül. A hálózatvezérlők az elemmenedzselő rétegen (EML) keresztül végzik el feladataikat. Ezekre a menedzselési feladatokra példa a hálózati elemek erőforrásainak létesítése, és a hálózati elemek hibáinak gyűjtése.

A menedzselés funkcionális területeinek (MFA) teljes szétválasztása az elemmenedzselés szintjén a hálózati elemek jelenlegi generációjánál problematikus. Néha a hálózati elem csak egy vagy két menedzselő eszközhöz képes kapcsolódni. Ez azt az elvárást támasztja az elemmenedzselés építőelemeivel szemben, hogy a hálózati elemeket különböző szempontok szerint tudják kezelni, egy közös infrastruktúra részeként. Ez a közös rész az építőelemen közvetlenül kommunikál a hálózati elemekkel, és az információkat megfelelő formában továbbítja a különböző építőelemek felé az elemmenedzselő szinten, azok menedzselési feladatainak megfelelően. Ráadásul, az elemmenedzselés közvetítő (mediation) funkciója, amely különböző gyártók eltérő hálózati elem menedzselő protokolljaiból közös protollt, azon át közös nézetet állít elő, a legkényelmesebb módon egyetlen ponton végezhető el. Ez a közös hálózati elem kapcsolati-pont megvalósítható vagy egy elem menedzselő közvetítő építőelemként (EML mediation building block), amely

nyílt szerződéseket (az interfészek vonatkozásában) tételez fel, vagy pedig létrehozható az infrastruktúra részeként, amely esetben lehet gyártófüggő is.

Hálózatmenedzselő rendszerek (NMS)

A hálózatmenedzselő rendszerek (NMS) azon hardver és szoftver komponenseket reprezentálják, amelyeket a szolgáltatók vagy a hálózatüzemeltetők arra használnak, hogy hálózatukat egy egészként menedzseljék. Az NMS a teljes hálózatról egy végponttól végpontig terjedő hálózati áttekintést ad, és lehetővé teszi a hálózat elemeinek menedzselését is. Ezek a hálózatban lévő elemek tipikusan több szállítótól származnak. Az NMS elvégzi a TMN hálózat menedzselési funkciókat szerteszét a hálózat menedzselési rétegen. Ilyen például az összeköttetés menedzselés és áramkör hibakorreláció.

A hálózatmenedzselés több, mint egy egyszerű közvetítő (mediator) a hálózatmenedzselő és szolgáltatásmenedzselő rétegek között. A hálózatvezérlő folyamatoknak megvan a saját felelősségük, pl.:

- Hálózat tervezés és fejlesztés (biztosítva a teljes infrastruktúra létrehozását, létét);
- Hálózat létesítés (Network Provisioning) – azaz az infrastruktúra megvalósítása;
- Hálózati nyilvántartás, amely nyilvántartja a hálózati eszközöket és ezek állapotát;
- Menedzselés (a fizikai hálózat megvalósítása és adminisztrációja);
- Hálózat karbantartás és helyreállítás (Network Maintenance and Restoration) – azaz a hálózati infrastruktúra karbantartásának és rendelkezésre állásának biztosítása;
- Hálózati elem menedzselés adatokat gyűjt a hálózat menedzseléséhez és a számlázási rekordok előállításához.

A fontos kérdés az, hogy a menedzselési felelősség azon a helyen van-e, ahol az adekvát információ rendelkezésre áll, ahelyett hogy minden felelősséget a szolgáltatásmenedzselési szintre tolnánk át.

A hálózat- és rendszermenedzselő folyamatok a szolgáltató részhálózatának és teljes hálózatának architektúráját menedzselik.

Hálózatmenedzselő- elemmenedzselő (NML-EML) interfész

A mai hálózatok építésének módja hozzájárult ahhoz, hogy ilyen bonyolult lett a menedzselésük. Ezeket általában számos gyártó termékeiből építették fel. Az együttműködtetés feladata átível a hálózati elem rétegtől egészen fel a menedzselési rétegekig, hogy a többszállítós elemmenedzselő- és hálózatmenedzselő rendszerek együttműködtetése biztosítható legyen.

A szolgáltatóknak ki kell használniuk az átviteltechnikai eszközök fejlődéséből adódó előnyöket. Nem szokatlan, hogy a szolgáltatók következő generációjú, multi-technológiájú hálózati elemeket (vagy „hibrid” hálózati elemeket) telepítenek, mivel ezek új szolgáltatásokat nyújtanak és optimális hálózati erőforrás kihasználást biztosítanak. Az ezidáig definiált, létező hálózat menedzselő megoldások azonban csak egy meghatározott technológia esetében alkalmazhatók.

A 7.4.7. ábra szerinti NML-EML interfész a TMN-ben az elemmenedzselő és a hálózatmenedzselő funkciókat megvalósító menedzselő rendszerek közötti adatátviteli-, illetve adatcsere

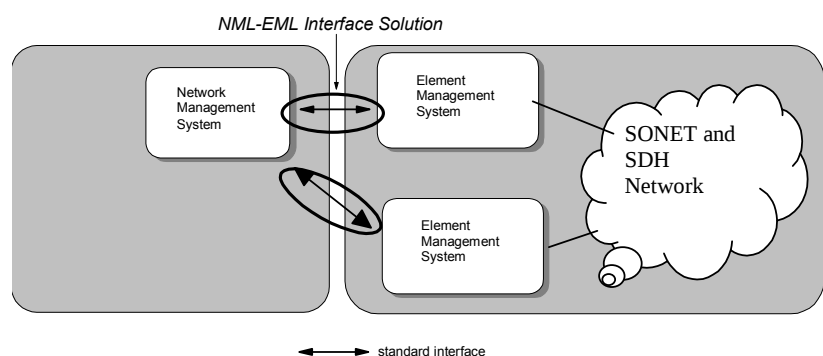


Figure 7.4.7. NML-EML Interface

mechanizmust reprezentálja. Egy, a hálózati elem menedzselés szintjének feadatait ellátó rendszer az NML-EML interfészen át kommunikálhat egy vagy több, elem menedzselő funkciókat végrehajtó ellátó elem menedzselővel.

Az elemmenedzselő és hálózatmenedzselő rétegek struktúrálása

Tradicionálisan, az elemmenedzselő réteget arra használták, hogy egy olyan határfelületet adjon, amely tartalmazza egyik oldalon a technológia-specifikus menedzselési képességeket, míg a felsőbb szintű menedzselési rétegek (hálózat- és szolgáltatás menedzselés, stb.) felé egy általános képet mutat a hálózatról. Egy ilyen határfelület megfelelő egyedi technológiák menedzselésére, de a technológiákon átnyúló integrációs munka nagyobbik részét a szolgáltatókra illetve a

hálózat üzemeltetőkre hárítja át. A szolgáltatók vagy a hálózat üzemeltetők egyre inkább teljes részhálózatok formájában kérik a megoldásokat a berendezésgyártóktól. A részhálózatok tartalmazhatnak számos, több szállítótól származó technológiát (Routerek, kapcsolók, stb. egy IP hálózatban).

A gyakorlatban, a funkciók elosztása az elem- és hálózat menedzselő rétegek között lényegesen különböző lehet. Egy példát mutat a 7.4.6. ábra. A funkcionális területek a távközlés üzemeltetési térképen (TOM) funkció- blokkonként ágyazhatók be. A kiválasztott funkcionális blokkok visszatükrözhetik a fentebb jelzett általános és

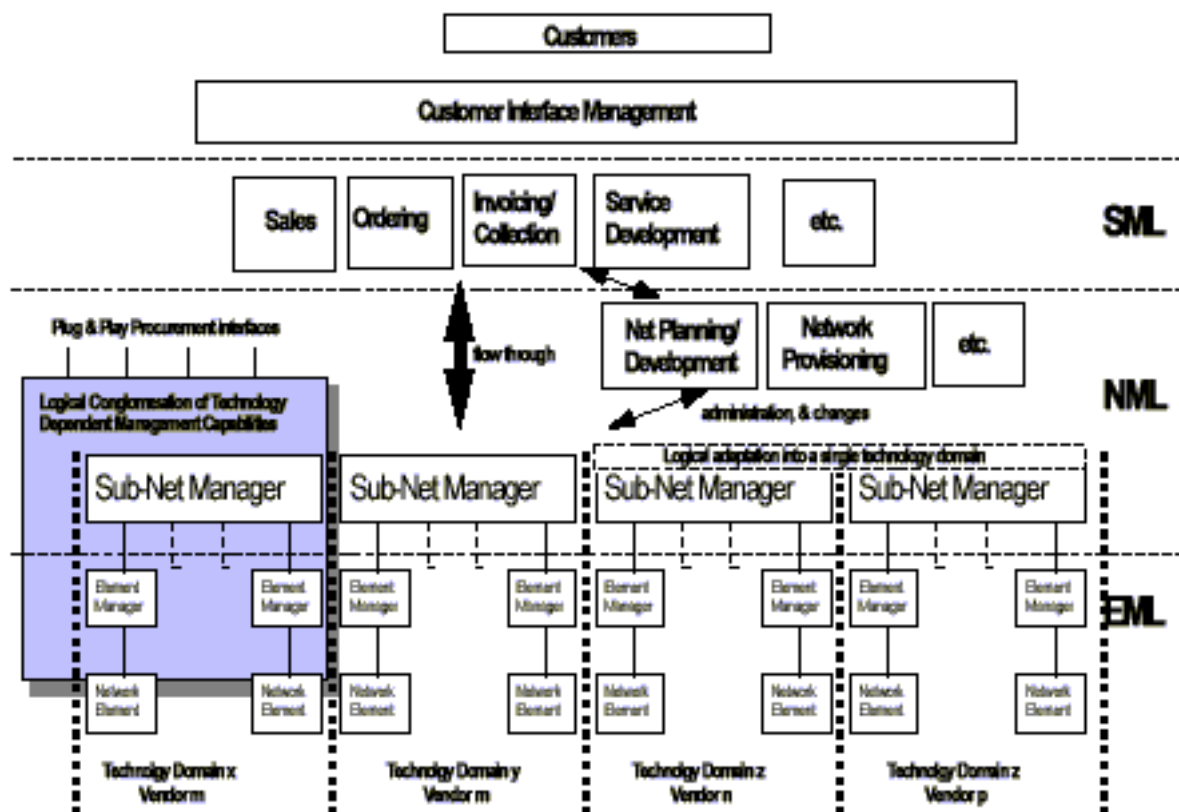


Figure 7.4.8. Structuring the Network Management Layer

technológia-specifikus menedzselés közötti megkülönböztetést. A 7.4.8. ábrán mutatott funkcionális blokkok oly módon lettek kiválasztva, hogy megkülönböztessék az elemmenedzselőkhöz (csomópont szinten) rendelt hálózat menedzselési képességeket és a részhálózat-menedzselők (valamely menedzselt hálózat- vagy domén szintű) menedzselési képességeit egymástól.

A hálózatmenedzselési réteg általános és részhálózat-specifikus összetevőkké particionálása és „plug and play” típusú interfészek megvalósítása a részhálózat szintjén ugyancsak elérhető cél ezen a módon.

Megjegyzendő, hogy ez csak egy lehetséges struktúrálás. Jelenleg nincs a teljes iparban elfogadott megállapodás egy ilyen particionálásra vonatkozóan. A szolgáltatók menedzselt hálózatokra vonatkozó beszerzési politikája gyakran az elem menedzselés és a hálózat menedzselés bizonyos aspektusainak kombinálásán alapul, amelyeket egy ilyen típusú részhálózat menedzselőbe csomagolnak be. Ez lehetővé teszi, hogy a menedzselt részhálózati domén úgy legyen elérhető, mint egy hálózat, nem pedig mint egyedi hálózati csomópontok sora. A részhálózat definiálható:

- Annak megfelelően, ahogy abban egy adott hálózati technológia (pl. SDH vagy ATM) telepítve van, a hozzátartozó menedzseléssel együtt, és annak megfelelően ahogy azt egy csomagban beszerezték;
- Földrajzi particionálás szerint;

Ez a particionálás megfelel a menedzselési funkcióknak, és annak, ahogy a különböző szervezetek igényei különböznek.

7.4.9. Hálózatmenedzselési kapcsolatok

Kapcsolatok a szolgáltatásmenedzseléssel

Ez a hálózatmenedzselés elsődleges kapcsolata, és az információigény valamint a végrehajtandó feladatok elsődleges forrását jelenti. A szolgáltatásmenedzselés felelős azért, hogy minden egyes szolgáltatást az ügyfél szemszögéből menedzseljenek. Így célja hogy „az ügyfél képviselőjében” lépjen fel a hálózatmenedzseléssel kapcsolatos tevékenységekben.

Kapcsolatok a szállítókkal vagy a szállítók berendezéseivel

A legtöbb hagyományos szolgáltatónak van saját hálózata, amelyet üzemeltet a szolgáltatási célból. Minden bizonnyal, a szolgáltatásbiztosítási láncban mindig van legalább egy olyan szolgáltató, aki hálózat üzemeltetőként is szerepel. Ezen üzemeltetők/szolgáltatók számára a hálózat üzemeltetése inkább egy belső üzleti funkció, mint egy külső interfész-pont. Azonban, mivel a legtöbb szolgáltató nem maga gyártja a saját hálózatának berendezéseit, bíznak a hálózati berendezések gyártóiban (akiktől vásárolnak), hogy majd segíteni fognak nekik az automatizálási célok elérésében. Az a képesség például, hogy az eszközöket azonos módon lehessen konfigurálni, vagy hogy az alarm- és teljesítmény (performance) adatok

közös formában és jelentéssel álljanak rendelkezésre, kritikus kérdés a hálózat- és szolgáltatás menedzselési automatizmusok valamennyi előnyének kihasználásához. Ahhoz, hogy az automatizálásra erőfeszítésekből a legtöbbet tudjuk kihozni, a beszerzett eszközöknek képesnek kell lenniük egységes magasszintű utasítások vételére és ezek nyomán reagálni, továbbá a teljesítőképességre és a használatra vonatkozó információkat közös, a szolgáltató igényeinek megfelelő módon nyújtani.

Kapcsolat az ügyféllel

A legtöbb szolgáltató szükségesnek látja, hogy legyen automatizált kapcsolat az ügyfelekkel, de legalábbis bizonyos típusú ügyfelekkel és/vagy bizonyos típusú szolgáltatásokra. Ezek a tevékenységek leginkább a szolgáltatásmenedzseléssel kapcsolatosak, amely egy közvetítő-értelemző szerepet tölt be az ügyfél igényeinek a hálózatmenedzselés felé közvetítésében.

Kapcsolatok más szolgáltatókkal

A világméretű szövetségek és a szabályozási tevékenység növekvő mennyiségű kapcsolatot eredményez a szolgáltatók között. Manapság ezek gyakran manuális tevékenységeket jelentenek, ami viszont elfogadhatatlan költséget és gyakran jelentősen csökkentett szolgáltatási szintet jelent az ügyfél számára.

A szolgáltatók közötti kapcsolatok némelyike tartalmukat tekintve hasonló a szolgáltató és az ügyfél közötti kapcsolatokhoz. Valószínű azonban, hogy a tranzakciók volumene, a kért részletezés szintje, valamint a sebesség amellyel az információt ki kell cserélni a szolgáltatók között, alapjaiban különböző megállapodást kényszerít ki a megvalósításra vonatkozóan.

7.5. Távközlő hálózatok szolgáltatás-menedzselése

Szerző: Wiener József

Lektor: Terplán Kornél

7.5.1. A szolgáltatás minősége (QoS, Quality of Service)

Definíció szerint, a szolgáltatás minősége (QoS=Quality of Service) azon szolgáltatási paraméterek, jellemzők együttese, amelyek a szolgáltatás felhasználója elégedettségének mértékét meghatározzák. A szolgáltatás minősége a szolgáltatás támogatásának és a szolgáltatás működtetésének hatékonysága, a szolgáltatás integritása, továbbá az egyes szolgáltatásokra specifikus egyéb tényezők összetett szempontjainak figyelembevételével jellemezhető (ITU-T E.800 ajánlás).

Az SLA (service level agreement=szolgáltatási szerződés) QoS paraméterei a szerződés része. Nagyon fontos megjegyezni, hogy lényeges különbség van a felhasználó/szolgáltató SLA-ban meghatározott szolgáltatás-minőségi követelményei és a hálózat-szintű QoS között.

A szolgáltatás minősége (az SLA szempontjából) egy adott szolgáltatásra definiált és az ügyfél számára nyújtott szolgáltatásminőség mérőszáma. Hagyományosan a szolgáltatásminőség teljesítőképesség jellegű (performance, valójában egyfajta technikai értelemben vett minőségi) paramétereket tartalmaz. Sokan használják a QoS-et a szolgáltatás jellemzésére minőségi szempontból – pl. hálózat műszaki minőségi mérőszámai, időn belüli teljesítés (pl. létesítésnél), hívás válaszidő (pl. ügyfélszolgálatnál), stb. A szolgáltatásminőség megítélése lehet szubjektív (pl. hogy egy hívásnál jól hallható-e a hang), vagy objektív (pl. a cellatévesztés, cella hibaarány ATM esetében).

A szolgáltatásminőség (QoS) definiálása legkönnyebb digitális áramköröknél. Az IP alapú szolgáltatások minőségének definiálása nagyobb odafigyelést igényel, mivel ez kapcsolat nélküli (kapcsolatmentes) szolgáltatás amelyet nehéz mérni, és mivel az IP alapú szolgáltatások QoS definíciója az IT (számítógépes technika)

világából származik, azaz a „megtesszük, ami tőlünk telik” (best effort) szolgáltatási modellen alapul.

Az SLA-ban egyértelmű definíciókat kell alkalmazni:

- Azon mérhető QoS mérőszámokat és paramétereket - az ügyfél számára érthetően és vele egyetértésben - amelyeket a szolgáltató garantálni tud egy adott szolgáltatásra vonatkozóan;
- A szolgáltatás műszaki minőségének mérési eljárását, a mérési periódust, a QoS jelentések által felölelt időszakokat és ezen jelentések gyakoriságát;

7.5.2. Szolgáltatásszint megállapodás (SLA)

Az SLA egy formálisan megtárgyalt megállapodás (szerződés) két fél között, amelynek célja hogy a szolgáltatás minőségéről, a prioritásokról, felelőségekről, stb. egy közös értelmezést rögzítsen. Az SLA az ügyfél és a szolgáltató közötti kapcsolatok számosszemponyját fedheti le.

Bár egy SLA tartalmazhatja a fenti feladatokat is, elsődleges célja a szolgáltatás műszaki minőségében (performance) történő megállapodás.

Az SLA paraméter-kategóriái lehetnek 1.) technológia-specifikusak; 2.) szolgáltatás-specifikusak és 3.) technológia/szolgáltatás függetlenek. Az ügyfelet ugyanakkor alapvetően 2 dolog érdekli: 1.) hatás az egyéni felhasználókra; 2.) összegzett (aggregált) minőség egy definiált periódusra.

Egy SLA nagyon gyakran melléklet az ügyféllel kötött szerződéshez. Definiálja a szolgáltatás(oka)t, a vállalt és a ténylegesen teljesített szolgáltatási szint összevetésére alkalmas mérőszámokat. Egy ilyen szolgáltatási szint előírás tartalmazhat hálózat-minőségi mérőszámokat, az új megrendelések teljesítési idejét, a rendelkezésre állást, az ügyfélszolgálat válaszidejét, a maximális üzemkiesési időket, az átlagos és minimális hálózati kapacitást. Ugyancsak gyakran tartalmazza az SLA a hibajelentési és eskalációs eljárásokat, a jelentéstételi követelményeket és mindkét partner általános felelősségeit.

7.5.3. Kapcsolat a Telemanagement Forum (TMF) távközlés üzemeltetési térképpel

A szolgáltatóknak egy ügyfél-orientált és szolgáltatás menedzselő megközelítést kell alkalmazniuk, amelynek megvalósításához üzleti folyamat menedzselő módszereket kell alkalmazniuk annak érdekében, hogy hatékonyan tudják vinni az üzletet és az ügyfél által elvárt szolgáltatást és minőséget tudják számára nyújtani. vezetni Ahhoz, hogy ezt a szolgáltató értékláncán belül kezelni lehessen, egy közös folyamat keretrendszerre van szükség. A 7.4.5. ábra szerinti TOM (TOM=Telecom Operations Map, Távközlés üzemeltetési térkép) az ITU-T TMN modelljének rétegei szerint rendezi a lényegi üzleti folyamatokat, de a szolgáltatásmenedzselő réteget 2 részre osztja: szolgáltatásmenedzselő és üzemeltetési folyamatokra, valamint ügyfélkezelő (Customer Care) folyamatokra. A legegyszerűbb értelmezés szerint, a felosztás az egyedi ügyfelek által triggerelt folyamatok és az egy adott szolgáltatásra vagy szolgáltatás-csomagra előfizető előfizetői csoportok által kezdeményezett folyamatok közötti különbségeket jellemzi. Ugyancsak választ jelent az ügyfélkezelő folyamatokban a közvetlen ügyfélkapcsolat szükségességére, valamint az integrálás és automatizálás kritikus volta.

7.5.4. Szolgáltatás fejlesztési és üzemeltetési folyamatok

A szolgáltatás fejlesztési és üzemeltetési folyamatok a TOM középső sorában helyezkednek el (7.5.1. ábra).

A folyamatok a szolgáltatás létrehozására és annak menedzselésére fókuszálnak. Néhányat ezen funkciók közül egyszeri alkalommal hajtanak végre (pl. az új szolgáltatások és lehetőségek tervezése és fejlesztése), míg más funkciók - mint a szolgáltatás kapacitásának tervezése, a szolgáltatástervezés elvégzése egy adott ügyfélnél, vagy a szolgáltatás fejlesztésére vonatkozó kezdeményezések kezelése – szorosan kapcsolódnak az ügyfél napi tapasztalataihoz.

Szolgáltatástervezési- és fejlesztési folyamat

A folyamat egy új szolgáltatás vagy lehetőség, esetleg új koncepció vagy követelmény felmerülésével, vagy akár kapacitáshiány következtében is kezdődhet. A triggererek származhatnak az ügyféltől, vagy a cég különböző részlegeitől.

Végződik az új szolgáltatás, lehetőség bevezetésével, kapacitás hozzáadásával, beleértve a képességet annak értékesítésére, megrendelésére, fenntartására, számlázására, jelentések készítésére az elvárt szolgáltatásminőség, teljesítmény vagy költségcélok eléréséről vagy túllépéséről.

A folyamat tartalmazza:

- Azt a tervezési képességet/kapacitást, amellyel az adott piaci elvárások a kívánatos költség mellett teljesíthetőek. Ez az igény lehet egy új szolgáltatás, új lehetőség, szolgáltatás-bővítés, frissítés (upgrade) vagy fenntartási/karbantartási kapcsolatú.
- Annak lehetőségét, hogy a szolgáltatás (termék) megfelelően telepíthető, monitorozható, ellenőrizhető és számlázható.
- A megfelelő folyamatok és módszererek/eljárások módosításának, változtatásának eljárásait az üzemeltető személyzet megfelelő szintjein, valamint annak biztosítását hogy a megfelelő oktatást a személyzet megkapja.
- Azokat a módosításokat a kiszolgáló hálózaton illetve információs rendszereken, amelyek a szolgáltatási követelmények támogatásához szükségesek kellenek.
- Azon előzetes tesztek végrehajtását, amelyekkel ellenőrizhető hogy a műszaki képességek rendben megvannak, és hogy az üzemviteli támogató folyamatok és rendszerek megfelelően funkcionálnak.
- Annak biztosítását, hogy a megfelelő kapacitások az értékesítési előrejelzések kielégítésére rendelkezésre állnak.

Szolgáltatás konfigurálási folyamat

Ez a folyamat adott ügyfeleknél valósítja meg a szolgáltatás létesítését és konfigurálását, beleértve az előfizetőnél elhelyezett berendezések telepítését/konfigurálását is. Ugyancsak támogatja a kezdeti szolgáltatás létesítés után a szolgáltatás újrakonfigurálását (vagy az ügyfél kívánságára, vagy egy probléma megoldásaként). Ugyancsak a folyamat része lehet a hálózat újrakonfigurálása az új igények kielégítése, vagy a kapacitás megnövelése érdekében, de az ilyen szolgáltatás konfigurálás nem kapcsolódhat egy adott előfizetői konfiguráláshoz. A cél, hogy a szolgáltatás konfigurálása vagy újrakonfigurálása korrektül, az elvárt időn belül valósuljon meg, ide értve a kapcsolat menedzseléséhez tartozó tevékenységeket is.

Az IP alapú szolgáltatásoknál további funkciókat kell számításba venni. A tűzfal, az alkalmazás-szerverek mint e-mail, web-szerverek és ezek kezelése fontos

dolgok. Ugyancsak be kell állítani az SLA (szolgáltatási szint) és QoS (szolgáltatás-minőség) paramétereket is.

Szolgáltatás-probléma kezelési folyamat

Ez a folyamat megvalósítja a szolgáltatási problémákról és a hiba hatásáról történő jelentést, a szolgáltatásra hatást gyakorló és arra nem ható hibák gyökerének (okának) elszigetelését, valamint a megoldáshoz szükséges akciókat. Tipikusan, az ezen folyamathoz küldött hibák több ügyfélre hatnak. A tevékenységek lehetnek azonnali újrakonfigurációs vagy más javító (korrektív) akciók. Hosszabbtávú, a szolgáltatás tervezésre, a hálózatra vagy a szolgáltatással kapcsolatos információs technológiára ható módosítások szintén szükségesek lehetnek. A cél, hogy megértsük a szolgáltatás minőségét befolyásoló okokat és azonnali javításokat tudjunk végezni, vagy hogy azonosítsuk a szükséges minőségjavító tevékenységeket. A feladathoz tartozik:

- a problémák elszigetelése és a szolgáltatási problémák megoldása,
- a krónikus hibák azonosítása,
- teljesítmény/minőség adatok biztosítása,
- a szolgáltatás újratervezése, ha az szükséges,
- eskaláció kezdeményezése,
- a szolgáltatásminőség elemzése,
- jelentések előállítása a szolgáltatásokról.

A folyamat a szolgáltatási probléma megoldásával, a javítások elvégzésével, a szükséges fejlesztési feladatok megtételével vagy azzal a döntéssel végződik, hogy nem kell semmi tevékenység, - beleértve a gyökérhiba megtalálására irányuló, vagy más elemzések elvégzését is.

Kalibrációs (Rating) és diszkontáló folyamat

Egy használat-alapú szolgáltatásnál az alapvető folyamatok egyike az előfizető rekordok kalibrációs (Rating) és diszkontáló folyamata. Ahogy más folyamatok esetében is, egyes szolgáltatók szolgáltatásként nyújtják ezen funkciókat más szolgáltatók számára. Közös nyújtott szolgáltatások esetében a szolgáltatók közötti elszámolás és egyeztetés beleérthető a folyamatba.

A cél a díjak és a használat korrekt számolása, az elszámolás és egyeztetés korrekt végrehajtása. A folyamat egy adott ügyfél azonosítóinak rögzítésével kezdődik, amellyel a használat, a megfelelő árengedmények, díjak és hitelek azonosíthatók. A végét a számlakiadáshoz szükséges korrekt információ kiadása jelenti.

7.5.5. Szolgáltatásminőség menedzselési folyamata

Ez a szolgáltatásfejlesztő- és üzemeltetési folyamat rész-folyamata, de fontossága miatt érdemes külön fejezetben tárgyalni.

Ez a folyamat kontrollálja a szolgáltatás vagy termék minőségét és költségét szolgáltatás-osztályonként annak érdekében, hogy meg lehessen határozni, hogy

- A szolgáltatási szint folyamatosan biztosított-e,
- Van-e bármilyen probléma a szolgáltatással illetve a termékkel, vagy szükséges-e valamilyen javítás, fejlesztés,
- A termék eladásának és használatának nyomon követésével előrejelzések legyenek készíthetők.

Ez a folyamat ugyancsak tartalmazza azon tevékenységeket, amelyek az egyes szolgáltatási osztályoknál szükségesek a szolgáltatás szintjének megállapodás szerinti célértékek közötti tartásához, és ahhoz hogy vagy az elvárások előtt járjunk, vagy hogy az értékesítést riasztani lehessen az eladások lassítása érdekében. Ha javítani kell a szolgáltatást vagy az infrastruktúrát a szolgáltatási eredmények tartása vagy javítása érdekében, ez a folyamat produkálja a javaslatokat, továbbá az elfogadott fejlesztések és/vagy más kívánatos akciók befejezéséről a jelzést. Cél a hatékony, szolgáltatás-specifikus monitorozás amely értelmezhető és megfelelően időzített teljesítmény/minőség információt ad annak érdekében hogy a vállalásokat elérő vagy esetleg azt meghaladó szolgáltatás-minőség biztosítható legyen. Ez az információ használható meghatározott előfizetőknél (belső menedzselésre és az előfizetőre az ügyfél szolgáltatás-minőség folyamaton keresztül). Az elérendő cél szükségessé teszi a szolgáltatási szintek monitorozását, elemzését, és jelentések készítését annak érdekében hogy a vállalt SLA szinteket illetve az adott szolgáltatásra vagy szolgáltatás-osztályra vonatkozó standard vállalásokat tartani lehessen.

A szolgáltatásminőség menedzselési folyamat kezeli a szolgáltatást az első szolgáltatástól egészen annak visszavonásáig. Ilyenformán, a folyamat a szolgáltatás bevezetésével kezdődik és tartalmazza a hatékony menedzselést, valamint a szolgáltatási eredményekre vonatkozó jelentések készítését hogy a vállalt üzemeltetési célok elérhetők illetve túlteljesíthetők legyenek.

A folyamat számos részfolyamatot tartalmaz. A folyamat részekre bontása függhet a szolgáltatótól illetve hálózat üzemeltetőtől. Kettőt ezekből (Életciklus menedzselés és SLA tartása) a következő fejezetek tárgyalnak.

7.5.6. A szolgáltatás életciklusának kezelése

Az ügyfél és a szolgáltató szerepének elhatárolásához a szolgáltatás és annak szolgáltatás szintje (SLA) öt életciklus-szakaszra bontható: termék- illetve szolgáltatásfejlesztés, megállapodás és értékesítés, létesítés, végrehajtás, értékelés. Minden életciklus-szakasz meghatározott üzemeltetési folyamathoz kapcsolódik a Távközlés üzemeltetési térképen (TOM=*Telecom Operations Map*, 7.5.1 ábra). Az SLA életciklus egy teljes folyamatleírást ad a jól definiált állapotok közötti interakciók ábrázolásával.

A szolgáltatásmenedzselő folyamatok egy hosszabb periodicitású életciklus alkotnak, amelyet a különböző szolgáltatások/termékek (vagy szolgáltatás-osztályok) bevezetése, módosítása és visszavonása vezérel. Ez az életciklus magába foglalja a megfelelő politikát, a szabályokat, folyamatokat és adatsablonokat amelyek a szolgáltatások

kiválasztásához,
konfigurálásához az
ügyfélkezelő folyamat
használni tud.

Bár számos
kombinációja van
annak, ahogy egy adott

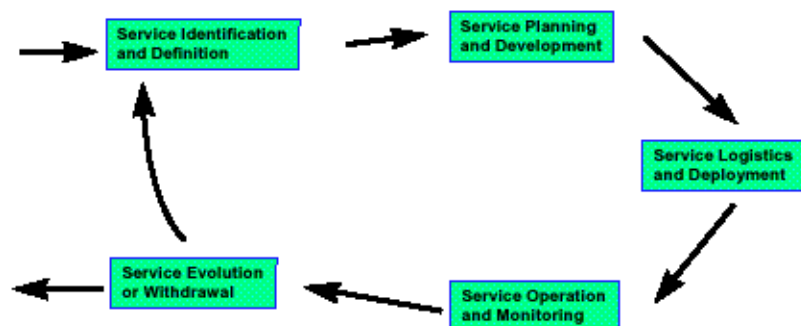


Figure 7.5.2

Typical Service Management Lifecycle

cég a saját folyamatait és módszereit szegmentálja és elnevezi, a teljes életciklus általában számos azonos lépést tartalmaz. A 7.5.2. ábra egy tipikus esetet mutat.

7.5.7. Szolgáltatásszint megállapodások karbantartása

Az ügyfeleket leginkább a technológiától független mérőszámok érdeklik. Ez azt jelenti, hogy a technológiától függő mérőszámokat csak akkor kell beépíteni az SLA-ba (SLA=Service Level Agreement, szolgáltatásszint megállapodás), ha az adott szolgáltatást kizárólag ezen az egy technológián lehet nyújtani.

A szolgáltatás/technológia független QoS paraméterek azok, amelyeket gyakran (vagy akár mindig) meghatároznak az SLA-ban. Példa a rendelkezésre állás százaléka, az MTBF (Mean Time Between Failures, Meghibásodások közötti átlagos idő), az MTTR (Mean Time To Repair, átlagos javítási idő), átlagos hívás-válaszidő, stb. Ezeket gyakran „üzemeltetés hatékonysági (performance) követelmény”-nek nevezzük, és néhányat közülük a szolgáltatónak periodikusan jelenteni kell a szabályozó hatóságok felé.

Példák szolgáltatás-specifikus QoS paraméterekre

Néhány példa a szolgáltatás-specifikus paraméterekre az alábbi felsorolásban található:

- **Hang telefon:** hívás összeközpontosítási és minőségi jellemzők, mint ABR/ASR/CCR/CSR/NER, hálózati kapcsolat hibák, az ügyfelet érintő események (CAI), PSTN (nyilvános távközlő hálózat) beszéd- és 3.1 kHz-es jel hangosság (beszédjel szint), csillapítás, zaj, áthallás, visszhang, torzítás, ISDN hívásfelépítési hibák és késleltetés, terjedési idő (beleértve a két B-csatorna közötti késleltetés-különbséget), G.821 ajánlás szerinti hiba minőség, korai bontás, bontási hibák és késleltetés, CLI megbízhatóság. A digitális hálózati technológiák növekvő számával a visszhang fontossága nő, még a hívóhoz közeli célállomás (hívott) esetében is.
- **Hang az IP fölött (Voice over IP, VoIP):** a késleltetés és a visszhang az a két korlát, amelyre figyelni kell.
- **Adat:** BER, % EFS, hibás és elvesztett PDU-k, UAS, digitális adat paramétereken alapuló rendelkezésre állás, csillapítás, csoportkésleltetés, zaj, impulzus zaj, analóg adat paraméterek.
- **Fax:** képminőség, karakter hibaarány, hívásmegszakadás, modem sebesség csökkenés, tranzakció ideje és rendelkezésre állás.
- **Mobil telefon:** hívás sikerességi arány, hívás eldobási aránya, zaj, visszhang, torzítás és rendelkezésre állás.
- **Hangműsor:** zaj, áthallás, sztereó csatornák közötti interferencia, torzítás és rendelkezésre állás.

- **Frame relay szolgáltatások:** Számos paramétert tartalmazhat a hozzáféréssel kapcsolatban, továbbá a PVC-kre (Permanent Virtual Circuit) vonatkozóan. Kapcsolt áramköröknél az ügyfelekkel adott esetben más jellemzőkben is meg lehet egyezni az SVC-k (Switched Virtual Circuit) létesítésével, a szolgáltatás rendelkezésre állásával, a hozzáférési vonal sebességével, a virtuális csatornánkénti cellasebességgel (meglehetősen bonyolult lehet nem valós idejű és valós idejű jelfolyamokra is), a virtuális csatornánkénti cella terjedési idő változásával (ingadozásával), a virtuális csatornánkénti hívás felépítési idővel, a virtuális csatornánkénti blokkolt hívásokkal, cella hibaarányával, cellavesztéssel kapcsolatban.
- **IP-VPN (IP Virtuális hálózati) szolgáltatás:** A szerződésnek része lehet a szolgáltatás rendelkezésre állása, IP csomag átviteli idő, IP csomagkésleltetés változása (dzsitter=jitter), IP csomagvesztési arány, IP csomag hibaarány, kihasználtság.

Szolgáltatás rendelkezésre állás

A szolgáltatás rendelkezésre állás (SA=Service Availability) százalékban kifejezve (SA%) jelzi azt, hogy a szerződésnek megfelelő szolgáltatás a szolgáltatás hozzáférési ponton (SAP=Service Access Point) üzemel-e. Az üzemelés fogalma azt jelenti, hogy az ügyfélnek lehetősége van a szolgáltatás SLA-nak megfelelő használatára.

Egy, a szolgáltatást az SAP-n befolyásoló esemény szolgáltatás-kiesésként definiálható. Ennek a kiesésnek az időtartama a kiesési idő. Ez a koncepció használható a használhatatlansági (unavailability) százalék (UA%) és a szolgáltatás rendelkezésre állási százalék (SA%) számítására, amely a legegyszerűbb esetben az alábbiak szerint tehető meg:

- $SA\% = 100\% - UA\%$,
- $UA\% = (\text{összes kiesési idő} / \text{aktív idő}) \times 100\%$.

A szolgáltatás rendelkezésre állás három dimenzióban értelmezhető:

- Időben,
- Helyszín szerint,
- Funkció szerint.

A szolgáltatás rendelkezésre állásának idődimenziója

A szolgáltatás rendelkezésre állása nemcsak az összes rendelkezésre állási időszak összege. Néha bizonyos időszakok kizárhatók a számításból. Például, ha egy üzlet zárva van az éjszaka során, és egyáltalán nincs szükség kommunikációra, ez az időszak kizárható az SLA számításából. Egy másik példa, amikor a szolgáltató és az ügyfél megállapodnak egy

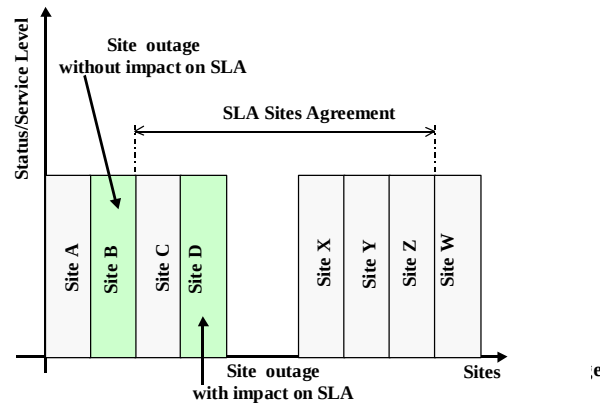


Fig. 7.5.4. Site Dimension of Service Availability

fenntartási ablakban, amely alatt a szolgáltató elvégezheti a tervezett fenntartási munkákat (az ilyen fenntartási ablak létezésének és felhasználásának feltételei ugyancsak részei kell hogy legyenek az SLA-nak).

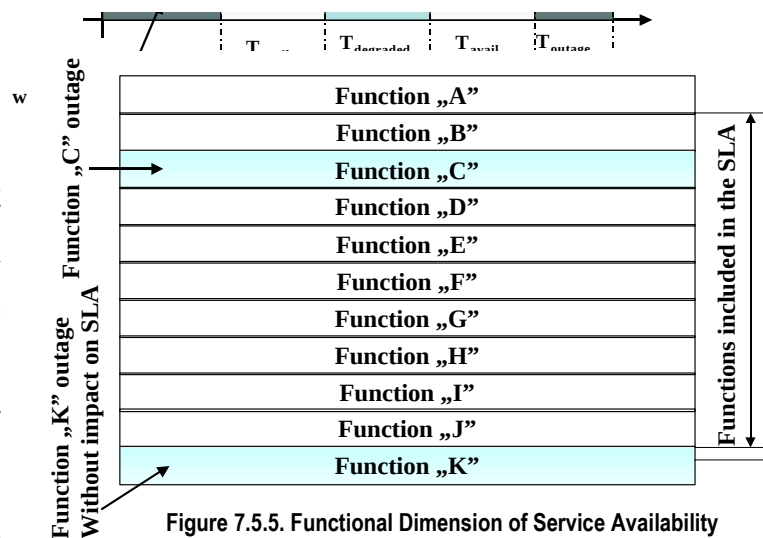


Figure 7.5.5. Functional Dimension of Service Availability

A 7.5.3. ábra erre az esetre mutat egy példát. Az ábra egy olyan szituációt is mutat, amikor a szolgáltatás valamilyen oknál fogva csökkent minőségű (pl. a kapacitás vagy a sebesség csak részlegesen áll rendelkezésre, a teljesítmény lecsökkent, stb.). Ennek az esetben a kezelése az SLA-ban speciális figyelmet igényel mindkét partner részéről. Egy lehetséges megoldás például, hogy az ilyen esetek bizonyos súllyal vannak számításba véve az SLA számításánál.

A szolgáltatásminőség hely szerinti dimenziója

A szolgáltatásminőségi elvárások eltérhetnek az ügyfél különböző helyszíneinél, függően a hely fontosságától, nyitvatartási/zárási időktől, stb. Ezt illusztrálja a 7.5.4. ábra.

A szolgáltatásminőség funkcionális dimenziója

A szerződött és biztosított szolgáltatásminőség függhet az ügyfélnek nyújtott funkciótól (szolgáltatástól); egy másik ügyfélnél a számításnál alkalmazott súlytényezők el is térhetnek. Egyes funkciók (szolgáltatások) kizárhatók az SLA-ból, más szolgáltatások különböző súllyal szerepelhetnek, a megállapodástól függően (7.5.5. ábra).

7.5.8. IP alapú szolgáltatások SLA kérdései

A szolgáltatás minősége (QoS) kritikus tényező az IP alapú termékek és szolgáltatások esetében. A megközelítés azonban különböző a hagyományos távközlési szolgáltatásoknál alkalmazott megközelítéstől. Ez annak a ténynek a következménye, hogy az IP alapú szolgáltatások az informatika világából származnak, és annak, hogy alapvetően csomagkapcsoláson alapulnak.

„Legjobb tudás” (Best Effort) típusú szolgáltatás

Ez az alapvető konnektivitás, minden garancia nélkül. Ámbár a „legjobb tudás” (vagy „megtesszük ami tőlünk telik”) típusú szolgáltatásnál valójában nincs QoS, az ügyfeleknek mégis nyújt valamiféle referenciát. A „legjobb tudás” megfelelő a hálózatos alkalmazások széles választékánál, úgymint pl. általános file-transzfer vagy elektronikus levelezés (e-mail).

Megkülönböztetett szolgáltatás

Ebben az esetben bizonyos forgalmakat kiemeltebben kezelünk mint a többit – gyorsabb a lekezelés, átlagosan nagyobb a sávszélesség és kisebb a veszteség. Ez egy statisztikus preferenciát jelent, nem jelent egy kemény és azonnali garanciát. A megkülönböztetett szolgáltatás megfelelő méretezéssel biztosítható, és az alkalmazások széles választékának megfelelő. Tipikusan, megvalósítható a forgalom kisszámú osztályba sorolásával, ahol minden osztály egy megkülönböztetett szolgáltatás-minőséggel (QoS) rendelkezik.

Garantált szolgáltatás

Ez a hálózati erőforrások abszolút lefoglalását egy adott megkülönböztetett forgalom számára. Ez rendszerint a sávszélességre koncentrál, és feltételezi a bufferekben a helyfoglalást a megfelelő sorbanállási alapelveknek megfelelően annak érdekében, hogy a megkülönböztetett forgalom megkülönböztetett szolgáltatási szinthez juthasson. Tipikusan a sávszélesség használatos a többi QoS paraméterrel (dzsitter, késleltetés) szemben, mivel ezt érti a legszélesebb réteg. Gyakori, hogy a sávszélességet lefoglalják egészen az egyedi forgalomfolyamokig, és ily módon az egyes folyamoknak foglalt (saját) erőforrásaik vannak. Más esetekben összegzett forgalomfolyamoknak van garantált szolgáltatás szintje.

7.6. Forgalommenedzselés

Szerző: Wiener József

Lektor: Terplán Kornél

A távközlő hálózatok forgalommenedzselése a hálózati erőforrások ellenőrzött felhasználásával foglalkozik azon célból, hogy megakadályozzuk a hálózat „bedugulását”. Különösen abban az esetben csökken a hálózatnak a felhasználók által érzékelhető teljesítménye, amikor több forgalommal terheljük a hálózatot, mint amennyit az lebonyolítani képes. A forgalommenedzselés vezérli a felhasználók által generált és a hálózatba belépő forgalmat és megvédi a hálózatot a túlterheléstől.

7.6.1. Forgalomvezérlés és torlódás menedzselés

Azt a tevékenységet, amellyel a felhasználói forgalmat vezéreljük, folyamavezérlésnek vagy áramlásvezérlésnek (flow control) hívjuk. A forgalomvezérlésnek biztosítania kell, hogy a forgalom ne vigye telítésbe a hálózatot és ne lépje túl a hálózat kapacitását. Alapvetően mind a hagyományos, mind az új technológiák esetében három lehetőség van a forgalomáramlás vezérlésére

- Explicit (közvetlen) áramlásvezérlés. Ez az eljárás a hálózatba belépő felhasználói forgalmat korlátozza. A hálózat egy explicit (közvetlen) vezérlő üzenet küldésével korlátozza a forgalmat, és a felhasználónak vagy le kell állítania az üzenetforgalmazást, vagy az nem léphet be a hálózatba.
- Implicit áramlásvezérlés. Ez a technika a felhasználónak javaslatot tesz arra hogy állítsa le vagy csökkentse a hálózatba küldött forgalmát amikor a hálózat forgalma túllép egy adott értéket. Ilyen eset pl. hogy az implicit vezérlő üzenet figyelmezteti a felhasználót arról, hogy megsértette a szolgáltatási szintre vonatkozó megállapodását, és túlterheli a hálózatot vagy annak egy részét.
- Nincs áramlásvezérlés (torlódásvezérlés). Áramlásvezérlést oly módon is végre lehet hajtani, hogy minden olyan forgalmat eldobunk, amely túlterhelési veszélyt jelent. Ez a fajta vezérlés biztosan jó torlódásvezérlést ad a hálózat szempontjából, de valószínűleg nem felel meg a felhasználók minőségi elvárásainak.

Ezekre az alapelvekre alapozva különböző technikák használhatók a forgalom vezérlésére.

7.6.2. A különböző forgalomminták hatása

A forgalomvezérlés függ a technológiától, a hálózattól és az azon nyújtott szolgáltatástól. Az új távközlési formák széles protokollválaszték – frame relay, ATM, IP, CDOD, GSM és tradicionális TDM – alkalmazásával vannak kialakítva. Az átviteli közegek (média) és protokollok ilyen növekvő száma a hajtóerő a szélessávú, multimédiás kommunikációban.

Ez a diverzitás különböző tartásidőket, sebességet, késleltetéssel szembeni érzékenységet, stb – azaz különböző forgalommintákat – jelent. A 7.6.1. ábra mutatja a különböző típusú hordozók és szolgáltatások jellegét és sebességét.

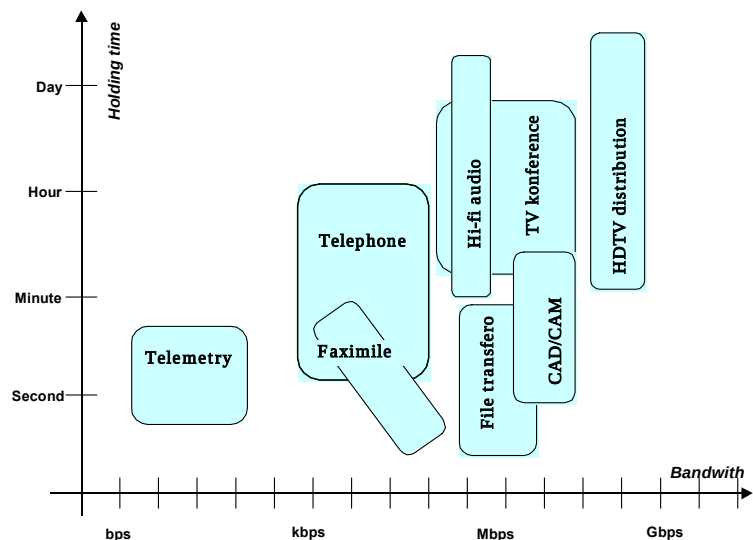


Figure 7.6.1.
Traffic Characteristics for Different Telecomm Services

A beszédkapcsolók esetében a vezérlést a kapcsoló bemenetén (tehát a szolgáltatónál/hálózat üzemeltetőnél) alkalmazzuk, de egy adatirányító (router) esetén akár a felhasználó adatirányítójában is meg lehet azt tenni. Könnyű rájönni arra, hogy különböző sebességek és különböző tartásidők esetében más-más típusú vezérlések hatékonyak akár áramkörkapcsolt hálózatokról, akár csomagkapcsolt hálózatokról van szó.

7.6.3. Forgalommedzselés beszédhálózatokban

Az áramkörkapcsolt hálózatokban minden egyes összeköttetéshez egy rögzített sávszélesség van rendelve, és a kapcsolat teljes idejére konstans bitsebesség áll rendelkezésre. Például, egy telefonhálózatban minden kapcsolat egy 64 kbs sebességű csatornát igényel. Ha a csatorna a hívó és a hívott között létezik és szabad, akkor a kapcsolat létrejön.

A hálózat túlterhelődhet a híváskísérletek szokatlanul nagy száma, vagy a hálózat kapacitását csökkentő hálózati problémák miatt. Egy túlterhelés lehet:

- általános hálózati túlterhelés, amikor a teljes hálózat telítődik, vagy
- koncentrált túlterhelődés, amikor csak a hálózat egy része terhelődik túl – pl. egy rádiós kvízműsor vagy más különleges esemény – pl. katasztrófa, pápalátogatás, stb.) – következtében.

A hálózat vezérléséhez a rendkívüli állapotokat detektálni kell, és a hálózaton valamilyen vezérlési, beavatkozási eljárást kell alkalmazni. Ez lehet

- védő (protective) vezérlés/beavatkozás, amikor a hálózatba belépő forgalmat korlátozzuk (a hálózatot védjük a túlterhelés ellen);
- kiterjesztő/aktív (Expansive) vezérlés/ beavatkozás, amikor a forgalom egy részét átirányítjuk pillanatnyilag szabad hálózati részek fele.

A forgalomvezérlés alkalmazását a telefonhálózaton néhány példával illusztráljuk.

A 7.6.2. ábra egy olyan esetet mutat, amikor központhibák következtében a felépült hívások száma

drasztikusan csökkent. A felső, hullámzó görbe a felajánlott forgalom számát, az „U-görbe” a felépült hívásokat mutatja. A görbék közötti terület tisztán az üzemeltető/szolgáltató vesztesége.

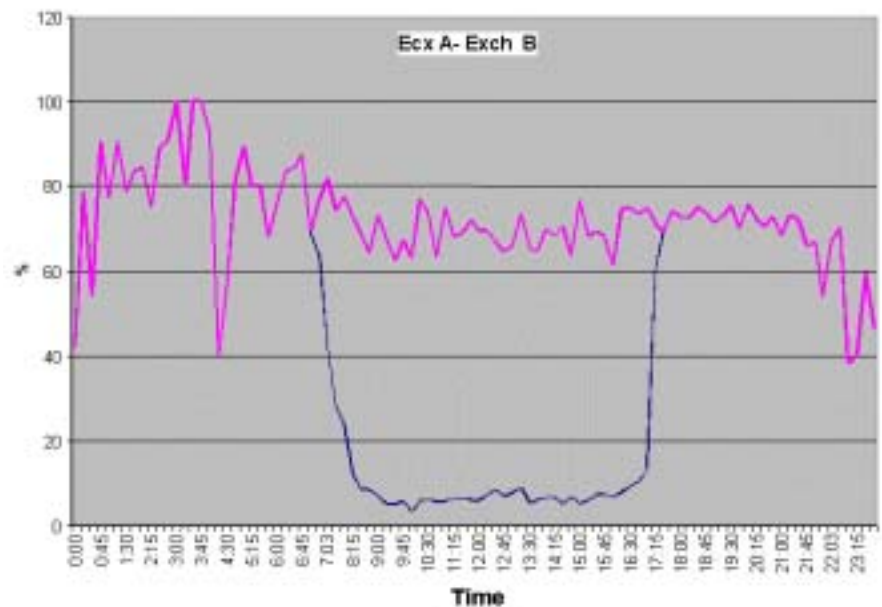


Figure 7.6.2
Traffic Management in Case of Network Failure

A 7.6.3. ábra az 1999-es napfogyatkozás hatását mutatja, amikor igen nagy tömeg utazott arra a területre, ahol a napfogyatkozást a legjobban lehetett látni. Az ott tartózkodó emberek szokatlanul nagy mobil forgalmat generáltak, amely túlterhelte volna

a mobil hálózatot,

valamint a vezetékes és a mobil hálózat közötti trónköket.

A hálózatok túlterhelése

elkerülésének és a felépült

hívások

számának

maximalizása (bevétel maximalizálás) érdekében a következő beavatkozásokat hajtották létre:

- A napfogyatkozás területére irányuló, hívások egy részét átirányították (kiterjesztő vezérlés);
- Néhány központban híváskorlátozó vezérléseket alkalmaztak.

Az ábrán a felső, vízszintes vonal két, a túlterheléssel érintett központ közötti maximális forgalomátvivő kapacitást (124 áramkör, max. 124 Erlang) mutatja. Az enyhén hullámzó görbén a ténylegesen átvitt forgalom látható. Az alkalmazott vezérlés csaknem az elméleti maximumon tartotta az átvitt forgalmat. A meredeken lefelé eső görbén azt láthatjuk, hogy mi történt volna, ha nem lett volna forgalomvezérlés: az óriási mennyiségű sikertelen és megismételt híváskísérlet miatt, a hasznos forgalom a maximálisnak csak töredéke lett volna. Ez a hatás jól ismerhető a forgalomelméletből is és a gyakorlatból is.

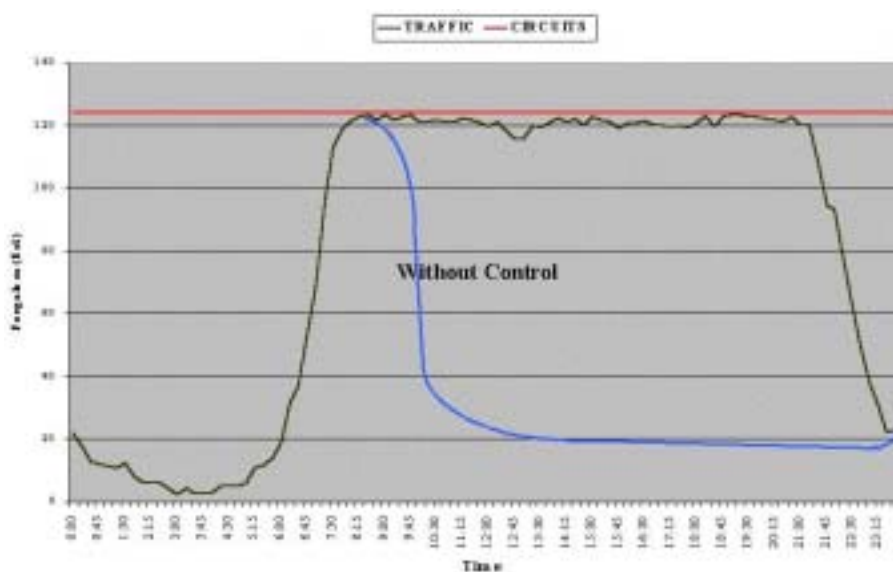


Figure 7.4.3.
Traffic Management during the Solar Eclipse in 1999
(Traffic between two controlled exchanges)

7.6.4. Forgalmenedzselés ATM hálózatokban

Az ATM hálózatokban mind az áramlásvezérlést, mind a torlódásvezérlést lehet alkalmazni. A forrás és a cél közötti áramlásvezérlés azonban nem segít a

hálózaton belüli torlódás csökkentésében. Így a torlódás hatásának minimalizása érdekében a hálózat minden csomópontjának szabályoznia kell bemeneti linkjein a forgalomfolyamot.

Néhány tényező, amely az ATM hálózatokban nehezíti a forgalomvezérlési probléma megoldását:

- Vannak változó VBR (változó bitsebességű) források, amelyek sebessége néhány kbs-tól akár több Mbs-ig terjedhet;
- Egyetlen forrás többféle, különböző jellegű forgalmat is generálhat;
- Az ATM hálózatoknál foglalkozni kell mind a vonalkapcsolt minőségi mérőszámokkal mint hívásblokkoltság vagy csomagveszteség, mind a cella késleltetés változásával, a maximális késleltetéssel és a késleltetés ingadozással;
- A különböző szolgáltatásoknál eltérő és jelentősen különböző szintű QoS (Szolgáltatás minőség) elvárások vannak;
- A nagy átviteli sebességek korlátozzák a menetközbeni (valós idejű, on-fly) feldolgozás céljából rendelkezésre álló időket.

A torlódást akár preventív és akár korrektív módszerekkel kezelhetjük. A preventív (megelőző) eljárás arra törekszik, hogy megelőzze a torlódás kialakulását a hálózatban. A korrektív (javító) módszer figyeli a hálózatban a torlódásokat és ha ilyent detektál, a forrásokat a vezérlés arra kéri hogy lassítsanak le amíg a torlódás meg nem szűnik. A gyakorlatban a vezérlés hatékonysága az aktuális feltételektől függ, és a két módszer kombinációját kell használni.

Erőforrás létrehozás

Az erőforrás létrehozás (Resource Provisioning) a meglévő hálózatok fontos forgalommenedzselési funkciója. Fő szerepe hogy a kapcsolat blokkoltságát egy elfogadható szinten tartsa. Ahogy az idő halad, a hálózatban számos feltétel megváltozhat. Új erőforrásokat hozzáadva, vagy a virtuális utakat átrendezve és a szükséges erőforrásokat hozzárendelve forgalommenedzselést végezhetünk.

Hívás (Call admission) engedélyezés

Amikor egy új kapcsolat létrehozására igény jelentkezik, a hívásengedélyező eljárás dönt annak elfogadásáról. Két kérdést kell megválaszolni:

- Hogy lehet az új összeköttetés által igényelt sávszélességet meghatározni?

- Milyen módon tudjuk biztosítani, hogy a meglévő összeköttetések szolgáltatásminőségét ne csökkentse az új összeköttetés?

A fenti két kérdés megválaszolására tervezett technikának valós időben kell működnie.

Forgalomformálás (Traffic shaping)

A legtöbb VBR (változó bitsebességű) forrás aktív periódusában csúcssebességgel generálja a cellákat, míg a csendes periódusban nincs cellatovábbítás. A csúcssebességű periódus celláit a hálózatba belépés előtt tárolva a hálózat csúcsterhelése csökkenthető. Így a várakozó sor elhagyásának sebessége kisebb a cellák maximális érkezési sebességénél. Ezzel a technikával sáv szélesség megtakarítás érhető el, de a késleltetés korlátokat állít az alkalmazás elé.

Forgalom ellenőrzés (Traffic policing)

A forgalom ellenőrzés figyeli a hálózat hozzáférési pontjait. A figyelő funkciónak a lehető leggyorsabban detektálnia kell a nem megfelelően viselkedő forrásokat, és végre kell hajtania a szükséges akciókat. A többlet forgalom cellái eldobhatók, késleltethetők, valamilyen módon megjelölhetők, stb. A legtöbbet használt vezérlési eljárások a „szivárgó vödör” (Leaky Bucket) eljárás vagy az ablakozó (windowing) technikák valamelyike.

Beavatkozó (reaktív) torlódásvezérlő eljárások

Ámbár a megelőző technikák a tárolók túlsordulásának valószínűségét csökkentik, nem lehet teljesen elkerülni hogy időszakosan cellák vesszenek el a hálózatban. Az elveszett cellák a forrás kódolóknál az adás megismétlését eredményezik és így módon növelik a forgalmat, ami a pillanatnyi tároló túlsordulásokat folytonos torlódásba viszi át. A reaktív vezérlő mechanizmusok tehát szintén szükségesek.

A következő reaktív mechanizmusok vehetők figyelembe:

- Vég-től-végig jelző technikák (End-to-End Notification Techniques): Amikor egy közbelső hálózati csomópont torlódást detektál, a végpontoknak jelzést kell kapniuk annak érdekében, hogy reagálhassanak. Ennek hatására az adatforrások csökkenthetik sebességüket és ezzel csökkentik a hálózat terhelését. Három technika létezik a torlódás jelzésére:

- Becslés a végpontokon: A forrás időbélyeggel ellátott próbacellákat küld az összeköttetésen az egyirányú késleltetés (válaszidő) megméréséhez. Amikor a cél csomópont torlódást érzékel (a válaszidő megnövekedése révén) jelzést ad a forrás csomópontnak.
- Explicit visszirányú torlódás jelentés (Explicit Backward Congestion Notification, EBCN): Ennél az eljárásnál saját trónkjein minden csomópont figyeli a sorbanállás. Amikor a sor elér egy előre definiált küszöbszintet, valamennyi, a torlódott csomóponton átmenő úttal rendelkező forrás értesítést kap erről.
- Explicit előreirányú torlódásjelzés (Explicit Forward Congestion Notification, EFCN): Minden csomópont monitorozza a sorokat, és ha a sor elér egy küszöbszintet, a csomóponton átmenő minden cellát egy bittel megjelöl. A vevők ebből tudják, hogy az összeköttetés mentén torlódó csomópont van, de nem reagálnak gyorsan. Csak ha a torlódás fennmarad, akkor értesülnek erről a források.
- Adaptív sebességvezérlés (Adaptive Rate Control): A forrás sebességét a torlódásvezérlő információtól függően változtatja. A torlódás detektálására javasolt séma az EFCN eljárás.
- Belépési paraméter egyeztetés (Incall Parameter Negotiation): ez az eljárás az overhead terhelést minimalizálja olyan forgalomnál, amely csak egy vagy néhány csomag átvitelét igényli. Egy lehetőség, hogy virtuális magánhálózatot (VPN) definiálunk a számukra.
- Dinamikus forráskódolás (Dynamic Source Coding): A forrás vagy lecsökkenti a cellakibocsájtási sebességet, vagy a kevésbé fontos cellákat – melyek más cellákból helyreállíthatók - megjelöli. Dinamikus forráskódolás esetében a forrás dönthet arról, hogy melyik eljárást alkalmazza torlódás esetén.

7.6.5. A hívásvezérlés jövője

Hívásvezérlés ma

A mai hívásvezérlés az intelligens hálózatok (IN, Intelligent Network) részét képezi. A szolgáltatásvezérlést kivették a kapcsolóközpontból, és átkerült egy kisegítő SS7 (Signalling System 7) csomagkapcsolt hálózatba.

Ez még mindig keskenysávúak és beszéd-alapúak. Az IN kifejezetten az áramkörkapcsolt távbeszélő hálózatra készült. Az IN és az SS7 a szolgáltatáskapcsoló pontok (SSP= Service Switching Point), a szolgáltatásvezérlő pontok (SCP= Service Control Points) és a jelzésátviteli pontok (STP=Signal Transfer Point) hármására épül, amelyek átlátják a hívás sorsát számtalan hálózaton

keresztül, és amelyeket Intelligens Perifériák segítenek. Az SSP-k (szolgáltatáskapcsoló pontok) tárolt program-vezéreltek, és folyamatosan felkérlik a központ kapcsolóit az SS7 hálózattal való konzultációra, mielőtt a hívásirányítással az továbbmenne. Néhány gyors csomagkapcsoló STP-n (jelzésátviteli ponton) át, az SSP (Szolgáltatás kapcsoló pont) ezután egy kérdést küld a megfelelő SCP (Szolgáltatás vezérlő pont) felé arról, hogy hogyan kezelje a hívást. Ebben a modellben a hívásvezérlési stratégia a szolgáltatáskapcsoló pontban, a hívásvezérlés funkciónak (CCF=Call Control Function) nevezett szoftver modulban valósul meg.

A következő generációs hívásmodell

Valószínű, hogy radikális változások lesznek szükségesek a hívásmodellben, ha a szélessávú hálózatok megvalósulnak. Ez a ma alkalmazott modellnél egy nagyságrenddel nagyobb bonyolultságú kétdimenziós hívásmodellt igényel. Az ITU letette a voksot egy új, négysíkú koncepcionális elképzelés mellett, amely egy szélessávú IN folyamatot ír le. Az ITU modell minden szolgáltatást általános blokkokra bont, amelyeket szolgáltatás-független blokkoknak (SIB=Service Independent Blocks) nevezünk – és bele van ágyazva a közvetlenül alatta lévő síkba. Ez pl a globális funkcionális sík (Global Functional Plane), amelyben az alap hívásfolyamat (BCP=Basic Call Process) egy SIB-ként foglal helyet. Ebben a BCP azt definiálja, hogy a semmilyen különleges kezelést nem igénylő hívások hogyan legyenek lekezelve. Nem meglepő talán, hogy ez majdnem pontról pontra leképezi az elődöket.

A hívásvezérlés jövője

Az ITU modell olyan szolgáltatási logikára alakul ki, amelyet a SIB-ekben (szolgáltatás független blokkokban) egy karaktorsor képvisel, és a teljes hívásfolyamatot a fizikai síkon keresztül vezérlő, elosztott funkcionális síkon valósul meg. Ez egy szolgáltatási logika lesz, amely ugyanolyan alapot ad mind a hívó által kezdeményezett, mind a független SCP-k által kezdeményezett hívási eljárásoknak.

Mindamellet a régi infrastruktúrának legalább egyes részei megmaradnak, de ezért meglehetősen sok új funkcióval fogják felruházni. Az SSP új hívásvezérlő funkcióval fog rendelkezni, amely átlátja a hívásfeldolgozási folyamatokat, és emellett

hálózat összekapcsolási funkciókat is ellát; tartalmaz olyan szolgáltatás kapcsoló funkciót (SSF), amely aktiválja az IN triggereket a hívásfeldolgozás alatt, rendelkezik olyan specializált erőforrással és erőforrás funkcióval (SRF=Specialized Resource and Resource Function) amely biztosítja hogy a kapcsoló hívásfeldolgozó szoftverje képes legyen az SCP hívásvezérlő funkciójával kommunikálni, és végül van egy hívásvezérlő ügynök funkciója (CCAF=Call Control Agent Function) is, amely támogatja a hívóval történő együttműködést és az ügyfél hálózatához hozzáférését.

Az egységes fix-mobil hálózati IN architektúrával kapcsolatos munkák előrehaladtak az ETSI-ben (European Telephone Standards Institute). Az ETSI sikeresen vitt át hagyományos IN funkcionálisokat a GSM-alapú mobil hálózatokra a CAMEL (CAMEL=Customomized Applications for the Mobile Network Enhanced Logic, Mobil hálózati bővített logika testreszabott alkalmazásai) kezdeményezés segítségével. A TINA (TINA= Telecommunications Information Networking Architecture, informatikai hálózat architektúra) konzorcium nyílt architektúrát tervez, egy elosztott számítástechnikai feldolgozó környezethez, de amely visszafelé nem kompatibilis az ITU intelligens hálózati modelljével.

Valószínűtlen azonban, hogy a szabványok körüli vita valaha is tönkreteszi azokat a piaci lehetőségeket amelyeket az innovatív hívásvezérlés a következő néhány évben eredményezni fog. A következő generációjú intelligens hálózat által ígért óriási bevételi lehetőségek azt fogják eredményezni, hogy sem a gyártóknak sem a szolgáltatóknak nem hagyják a vitákat a megvalósítás útjába állni.

7.7. Áramellátás

Szerző: Jankovics Zoltán

Lektor: Varjú György

7.7.1. Távközlési létesítmények és azok berendezéseinek tápellátása

A távközlési létesítmények és az azokban elhelyezett berendezések különböző kialakításúak és rendeltetésűek lehetnek, de valamennyiükben közös, hogy működésükhöz elengedhetetlenül szükséges a villamos energia. Az esetek túlnyomó többségében ez a villamos energia a közcélú villamos hálózatról származik. Néhány különleges esetben előfordul, hogy nem áll villamos hálózat a távközlési létesítmény rendelkezésére (magas hegyekben, lakott területtől távol). Az ilyen létesítmények táplálásáról a helyi adottságoknak megfelelő alternatív energiaforrások gondoskodnak (pl.: napelemek, szélgenerátorok, stb.). Ezeket a csak szakaszosan rendelkezésre álló energia miatt közbenső akkumulátoros energiatárolással egészítik ki. Magyarországon néhány kivételes esettől eltekintve a villamos energia mindenütt rendelkezésre áll.

A hálózati villamos energiával ellátás azonban nem mindig folyamatos, előfordulnak hosszabb-rövidebb ideig tartó áramszünetek, felléphetnek a táplált berendezés üzemét zavaró tranziens jelenségek. A távközlő létesítményeknek ilyen esetben is működniük kell. A távközlő létesítmények energiaellátása során a fő cél a minél megbízhatóbb táplálás, ezért gondoskodni kell az energia tárolásáról, előállításáról. E feladatokat az alábbi rendszertechnikai egységekből összeállított áramellátó rendszer látja el [7.7.1]:

- A 0,4 kV-os váltakozó áramú fogadó és elosztóegység (főelosztó),
- helyhez kötött szükségáramfejlesztő,
- megszakításmentes egyenáramú áramellátó rendszer,
- megszakításmentes váltakozó áramú áramellátó rendszer.

A távközlési létesítményekben korábban az áramellátó rendszereket külön áramellátó helyiségben helyezték el (centralizált áramellátás). Napjainkban terjed a táplált berendezéssel közös helyiségben történő elhelyezés is (decentralizált, vagy kapcsolótermi áramellátás, de a szükségáramfejlesztő ebben az esetben is külön helyiségbe kerül).

A tápellátás rendszerteknikai kialakítása és rendszerteknikai egységei

A távközlési létesítmények villamos energiaellátásának központi egysége a 0,4 kV-os fogadó és elosztórendszer (főelosztó), amelynek betáplálási oldalához csatlakoznak a fő és (esetenként) a tartalék hálózati betáplálások, a helyhez kötött vagy a mobil szükségáramfejlesztők. A főelosztó kimeneti oldalához kapcsolódnak a távközlési létesítmény különféle fogyasztói, amelyek közül kiemelt fontosságúak a távközlési berendezéseket tápláló technológiai áramellátás (a megszakításmentes egyenáramú és váltakozó áramú rendszerek). A főelosztóhoz csatlakozó többi fogyasztó két csoportba sorolható: a dízeljogos (fontos fogyasztók, melyek hálózatkimaradás esetén szükségáramfejlesztőről táplálандók, pl. klímaberendezés) és a nem dízeljogos fogyasztók csoportjába.

A) A váltakozó áramú fogadó és elosztóegység

A beérkező kisfeszültségű (230/400 V-os) villamos energia fogadására és az egyes fogyasztók közötti elosztására szolgáló egység a 0,4 kV-os fogadó és elosztó egység, röviden a főelosztó. A távközlő létesítmények főelosztójának egyik sajátossága, hogy a táplálás megbízhatóságának fokozása érdekében lehetőség van több irányból érkező villamos energia fogadására, azaz kiépíthető tartalék betáplálási irány is. Hálózatkimaradás esetén a szükséges váltakozó áramú energia szükségáramfejlesztők segítségével biztosítható. A létesítmény fogyasztói ilyenkor a helyhez kötött, vagy mobil szükségáramfejlesztők segítségével táplálhatók. Ezek szintén a főelosztóhoz csatlakoznak. A távközlő létesítmény valamennyi fogyasztója a főelosztón keresztül kapja az energiát. Ezért minden egyes leágazásnak rendelkeznie kell túláramvédelemmel, lekapcsolási lehetőséggel, igény szerinti műszerezettséggel. A főelosztó lehetővé teszi az egyes betáplálási irányok közötti átkapcsolást. Ez lehet manuális (a kezelő személyzet kezdeményezésére), vagy automatikus. A hibás működtetés ellen a főelosztóba megfelelő védelmeket

(reteszelés) építenek be. A főelosztóban mérik általában a közcélú hálózathoz felvett villamos energiamennyiséget is.

A főelosztónak alapvetően két rendszertechnikai változata ismert: egysínes és kétsínes kialakítás. Az összetettebb két gyűjtősínes rendszert úgy alakítják ki, hogy valamennyi betáplálás és valamennyi leágazás mindkét gyűjtősínhez csatlakoztatható legyen, így a kívánt kapcsolási variáció hozható létre. Ez megkönnyíti a főelosztó karbantartását, javítását, elemeinek cseréjét, növeli az üzembiztonságot. A kétsínes gyűjtőrendszer rugalmasságának az ára, hogy minden kapcsolóelemből, sínből, kábelből kétszeres mennyiségre van szükség. Ennek megfelelően a főelosztó helyigénye, karbantartási igénye, valamint a beruházási költsége is számottevően növekszik. A gyakorlatban az egy és kétgyűjtősínes rendszerek egyaránt elterjedtek. A két fő rendszertechnikai kialakításnak számos variációja van. Pl. a hosszanti sínbontások alkalmazásával az egysínes rendszerek flexibilitása is jelentős mértékben növelhető.

A főelosztó mérete, a leágazások száma, az alkalmazott kapcsoló és biztosítóelemek terhelhetősége mindig a távközlő létesítmény igényeitől függ. A főelosztó rendszerint egyedi tervezésű és szerelésű berendezés. Kis, kezelőszemélyzet nélküli létesítményekben a főelosztó egyszerű fali kapcsolószekrény. Nagy létesítményekben a nagyteljesítményű, önálló berendezéscsoportot alkotó főelosztókat vagy külön helyiségben, vagy a szükségáramfejlesztővel (esetleg a technológiai áramellátással) közös helyiségben telepítik. A korszerű főelosztók modulos-fiókos kialakításúak. Az egyes szekrények sín, kábel és készülékekkel rendelkeznek. Fontos követelmény a főelosztóval szemben, hogy a mindenkor kapcsológépi konfiguráció áttekinthető legyen és a legfontosabb paraméterek a helyszínen leolvashatóak legyenek. Az automatikus működésű főelosztóknál célszerű ha az automatika kiesik, akkor a szükséges kapcsolási műveletek manuálisan, vagy kézi vezérléssel is elvégezhetők. A főelosztók kialakításánál különösen ügyelni kell a megbízhatóságra, mert hiába van tartalék betáplálási irány, szükségáramfejlesztő, ha egy - egy megbízhatatlanul működő kapcsolóelem miatt - ezek nem tudják a berendezést táplálni.

B) A megszakításmentes egyenáramú áramellátó rendszer

A távközlési létesítmény legnagyobb jelentőségű és rendszerint legnagyobb teljesítményigényű fogyasztója a távbeszélő központ. A tápláláshoz egyenfeszültségre van szükség, ennek névleges feszültsége általában $-48 V_{dc}$. A táplálással szemben támasztott legfontosabb követelmény a megszakításmentesség, azaz a táprendszer egyetlen pillanatra sem szakíthatja meg az egyenfeszültség szolgáltatását, különben a felépített összeköttetések lebontanak (központok esetében a központot újra kell programozni, ami adott esetben akár órákig is megbéníthatja egy-egy régióban a hírközlést). A szükséges egyenfeszültséget a hálózati feszültségből egyenirányítók állítják elő. Ezek azonban csak abban az esetben tudnak egyenfeszültséget szolgáltatni, ha a megfelelő hálózati feszültség rendelkezésre áll. Mivel gondoskodni kell az egyenáramú táplálás folyamatosságáról és a megszakításmentesség önmagában a váltakozó áramú oldalról nem biztosítható, az egyenáramú energiát közvetlenül tárolni kell. Erre a célra a legalkalmasabbak a feltölthető és kisüthető kémiai áramforrások az akkumulátorok. A megszakításmentes egyenáramú rendszereket úgy alakítják ki, hogy a hálózati feszültség kimaradása esetén az egyenirányítók kieső egyenfeszültségét az akkumulátorok azonnal pótolni tudják. Ennek legegyszerűbb megvalósítási módja a következő: a megfelelő akkumulátortelepet az egyenfeszültséget szolgáltató egyenirányítóval párhuzamosan kapcsolják, így az egyenirányító a fogyasztó táplálása mellett az akkumulátor töltéséről is gondoskodik (párhuzamos csepptöltéses üzem) míg hálózat kimaradáskor a telep megszakítás nélkül átveszi a fogyasztó táplálását. A savas ólomakkumulátorok használhatóak ehhez az üzemmódhoz. Mivel a megszakításmentesség alappillére mind az egyen, mind a váltakozó áramú áramellátó rendszereknél az akkumulátor, ezért az ezen rendszereknél alkalmazott akkumulátorral az alábbiakban egy kicsit részletesebben is foglalkozunk.

Az ólomakkumulátorok a következő két nagy csoportba sorolhatók: folyadék elektrolitú akkumulátorok és kötött elektrolitú akkumulátorok. Az első típusnál elektrolitként folyadék halmazállapotú higított kénsavat használnak. Ezen akkumulátorokat a kénsav párolgása miatt külön erre a célra kialakított akkumulátorhelyiségbe kell telepíteni, s a töltés mellett karbantartást (pl. folyadékszint ellenőrzés) igényelnek. A kötött elektrolitú akkumulátornál a kénsav

vagy zselés állapotban, vagy valamilyen közszigetelőben van. Ez teszi lehetővé, hogy ezeket az akkumulátorokat zárt formában készítsék, azaz az elektrolit itt nem érintkezik a légtérrel. Az akkumulátor házára egy biztonsági szelepet szerelnek, melynek az a feladata, hogy üzemzavar esetén az akkumulátor belsejében keletkező túlnyomást levezesse. A kötött elektrolitú akkumulátorok érzékenyebbek a töltőfeszültségre, a környezeti hőmérsékletre. (Ezen akkumulátorokat, az angol elnevezésből származó rövidítés alapján VRLA akkumulátoroknak is nevezik.) A VRLA akkumulátorok a távközlési berendezéssel közös helyiségben, pl. annak a keretében is elhelyezhetők.

Az ólomakkumulátorok esetében az alábbi (cellánkénti) feszültség szintekről beszélhetünk:

- Névleges feszültség: értéke 2V;
- Csepptöltési feszültség: Az akkumulátor töltöttségi szintjét a csepptöltéssel lehet fenntartani. Ennek értéke $2,23V \pm 1\%$.
- Gyorstöltési feszültség: A kisütött akkumulátor a gyorstöltés segítségével tölthető fel újra. Értéke, melyet, pl. a gázfejlődés korlátoz, általában 2,35-2,4 V, de a gyártók esetenként ennél nagyobb értéket is megengednek.
- Kisütési végfeszültség: Ezen feszültség alatt az akkumulátorban végbemenő folyamatok visszafordíthatatlanná válnak, az akkumulátor károsodik. Értéke kb. 1,8V.

Megjegyezzük, hogy a VRLA telepek hőmérsékletfüggő töltőfeszültséget igényelnek, s esetükben a gyorstöltés általában nincs megengedve. Az akkumulátor kapacitásától függ az időtartam, ameddig a távközlési rendszer hálózati feszültség nélkül táplálható: ezt nevezik tartalékidőnek. A távközlési rendszer folyamatos működése érdekében a tartalékidőn belül gondoskodni kell a hálózati feszültség pótlásáról. Abban az esetben, ha a fogyasztó feszültségtűrése úgy kívánja a párhuzamos csepptöltéses rendszernél (pl. 24 cellát tartalmazó akkumulátortelep és a vele párhuzamosan üzemelő egyenirányító) összetettebb rendszert kell alkalmazni. (Pl.: ejtődiódás rendszer, soros konverteres rendszer, melyeket a szűk feszültségtűrésű analóg központoknál és egyes digitális központoknál alkalmaznak.)

Ahhoz, hogy egy adott távközlési berendezés megfelelően működjön, megfelelő tápellátás szükséges. Minden berendezésre meghatározhatóak azok a paraméterek, amelyeket az áramellátásnak teljesítenie kell. A legfontosabb paraméterek a következők:

- az áramellátó rendszer kimeneti egyenfeszültségének határértékei;
- a táplált berendezés áramigénye;
- a kimeneti egyenfeszültségre szuperponálódott zajfeszültség még elfogadható legnagyobb értéke (A zajfeszültség előírások jelentik az egyik minőségi különbséget a távközlési berendezések áramellátó rendszerei és az egyéb rendeltetésű áramellátó rendszerek között.);
- a terhelés- és üzemmód váltás okozta kimeneti feszültségváltozások (tranziensek) maximális értéke.

Ezek a táplált berendezés által az áramellátással szemben támasztott követelmények. Említést érdemelnek még az áramellátás energetikai szempontjai (pl. hatásfok, bekapcsolási áramlökés), valamint teljesítendő a vonatkozó szabványok szerinti EMC követelmények [7.7.4].

C) A megszakításmentes váltakozó áramú rendszerek

Távbeszélő központot tartalmazó távközlési létesítményekben a technológiai berendezések a közelmúltig zömében egyenáramú táplálást igényeltek. Nagy ütemben terjednek azonban az olyan, elsősorban számítástechnikai jellegű távközlési célú berendezések, amelyek 230 V-os váltakozó áramú tápellátást igényelnek, s ezek a tápellátás folyamatosságára szintén érzékenyek. Az ilyen igények kielégítésére szolgálnak a megszakításmentes váltakozó áramú rendszerek.

A szünetmentes energiaigény itt is megköveteli az energia közbenső, akkumulátoros tárolását. Szükség van azonban a tárolt egyenfeszültséget hálózati feszültségű, frekvenciájú és hullámformájú (szinuszos) egy- illetve háromfázisú váltakozó feszültséggé alakító berendezésre, inverterre. Az inverter a megszakításmentes váltakozó áramú rendszer meghatározó eleme. Abban az esetben, amikor a megszakításmentes váltakozó áramú igény lényegesen kisebb az egyenáramú teljesítményigénynél energiatárolóként az egyenáramú rendszer (48V-os) akkumulátora alkalmazható.

Az érzékeny fogyasztókat folyamatosan üzemelő inverter táplálja (inverteres alapüzem). Ha van hálózati feszültség, az inverter a hálózattal szinkronban működik. (Így hálózat kimaradás esetén a tápfeszültségben nem lép fel feszültségugrás.) Telepüzemben az inverter szabadon fut. Abban az esetben, ha az inverter meghibásodik, vagy kikapcsolják, az inverter szerepét a hálózat veszi át. Az átkapcsolásnak itt sem szabad feszültségugrást eredményeznie, ezért elektronikus

egység által vezérelt gyors elektronikus átkapcsolót (általában tirisztoros megoldású) alkalmaznak (elektronikus by-pass). A rendszerek rendelkeznek mechanikus átkapcsolási lehetőséggel (mechanikus by-pass) is, amelyre szerviz célokból lehet szükség. Ezt a kapcsolót megfelelő reteszelésekkel kell ellátni. (Nem kapcsolható össze az inverter kimeneti feszültsége a hálózattal.)

Ha a kívánt teljesítmény összemérhető az egyenáramú rendszer teljesítményével gazdaságtalan lenne a 48V-os akkumulátorok használata (nagyértékben meg kellene növelni a cellák kapacitását). Ehelyett a rendszert ellátják saját akkumulátorteleppel és töltőberendezéssel. A váltakozó áramú rendszerek akkumulátortelei nagyobb feszültségűek (200...400 V-osak), ami nagyobb cellaszámot (100...200) jelent. A nagyobb feszültség lehetővé teszi, hogy azonos teljesítményt kisebb kapacitású cellák segítségével tároljanak, ami gazdaságosabb, mint kisebb cellaszámú, de nagyobb amperóra kapacitású telepek alkalmazása.

D) Szükségáramfejlesztők

A közcélú villamos hálózat adott időn túl történő kimaradása esetén a kiemelt fontosságú fogyasztókat szükségáramfejlesztőkről táplálják. A szükségáramfejlesztő lényegében kisméretű villamos erőmű, amely belsőégésű motorral meghajtott váltakozó áramú generátorból áll. A gyakorlatban általában elterjedt szükségáramfejlesztők 0,4 kV-os háromfázisú váltakozófeszültséget állítanak elő, erőgépként dízelmotort alkalmaznak. A szükségáramfejlesztők kétféle kivitelét alkalmazzák a távközlési létesítményekben: a nagyobb, jelentősebb létesítmények beépített - helyhez kötött - szükségáramfejlesztővel rendelkeznek, míg a kisebbekhez csak mozgatható - röviden mobil - szükségáramfejlesztők csatlakoztathatók.

A korszerű szükségáramfejlesztő motorrésze könnyűfém öntvényből készült, turbófeltöltéses dízel-motor; a gyors indíthatóság és terhelhetőség érdekében a hengereket a hűtővíz segítségével előfűtik (hőntartás). A motor indításáról, a fordulatszám szabályozásáról, az üzemanyag adagolásáról, stb. automatika gondoskodik, melynek fontos funkciója még a működési zavarok, hibák kijelzése és továbbítása a felügyeleti rendszerhez. Hálózatkimaradás esetén az automatika

(általában 1-2 perc késleltetés után) indítja a szükségáramfejlesztőt. A generátor váltakozófeszültségű, háromfázisú kialakítású.

A helyhez kötött szükségáramfejlesztőket gyakran a főelosztóval közös helyiségbe telepítik. Ez azzal jár, hogy meg kell oldani a kipufogógáz elvezetését, valamint a helyiség hangszigetelését. A dízelmotor indítását külön akkumulátortelep végzi, amely saját töltőberendezéssel rendelkezik. A főelosztó és a szükségáramfejlesztő kialakításának összhangban kell lennie, mivel az automatikus indítású szükségáramfejlesztő előnyei csak automatikus főelosztó segítségével használhatók ki.

A mobil szükségáramfejlesztő kialakítása lényegében megegyezik a helyhez kötött berendezésekével.

7.7.2. Tápellátás a vezetékes távközlési hálózatban

A hagyományos vezetékes távközlési rendszereknél az egyes előfizetőket fémes vezetők kötik össze a legközelebbi központtal. A fémes vezetőt (pl. érpárat) a távközlésre és az összeköttetések felépítéséhez szükséges jelzések átvitelére használják. Az ehhez szükséges energiát a központban telepített áramellátó berendezések biztosítják, vagy az a fémvezetőjű hálózaton át jut el a táplált berendezéshez.

E pontban a hagyományostól eltérő vezetékes hálózatok tápellátási megoldásait tekintjük át.

A fényvezetős előfizetői hálózatokban és a fém erű digitális hálózatokban hasonló jellegű tápellátási megoldásokat alkalmaznak. (Ezen megoldásokat a fényvezetős előfizetői hálózatokra ismertetjük.)

A. A fényvezetős előfizetői hálózatok tápellátása

Fényvezetős kábeleknél a kábel két végpontja között nincs fémes kapcsolat. A kapcsolódó berendezések elektronikus áramköröket tartalmaznak, működésükhöz villamos energia szükséges. A távközlési létesítményekben elhelyezett berendezések esetén a táplálás megoldott: a távbeszélő központok (48V-os, egyenfeszültségű) megszakításmentes áramellátó rendszerei - az egyéb

átviteltechnikai berendezések energiaellátása mellett - gondoskodnak az optikai rendszerek berendezéseinek táplálásáról is.

Egyedi megoldást az utcai kabinetekben, az előfizetőnél és az előfizető közelében elhelyezett berendezések megszakításmentes táplálása igényel. A fényvezető hálózat aktív berendezései a hálózat különböző, egymástól földrajzilag távoli helyein találhatók.

Távtáplálás esetén a berendezések a működésükhöz szükséges energiát vagy a legközelebbi megszakításmentes áramellátási helyről, vagy a hálózat egy másik aktív egységének áramellátó rendszerétől (PN: Power Node, tápellátási csomópont) kapják. A távtáplálás feltétele, hogy a távtápláló és a távtáplált berendezést fémes (távtápláló) kábel is összekösse.

A távtáplálásnak tehát két fő változata van:

- a központi táplálás (centralised powering), amikor a berendezéseket a távközlési létesítményben elhelyezett távtápláló tápegység (RPU: Remote Power Unit) látja el tápenergiával, valamint a
- csoport táplálás (cluster powering), amikor a hálózatban elhelyezett berendezésekhez (pl. utcai kabinetekhez) tartozó áramellátó berendezések (PN) táplálják az előfizetőket, vagy a saját táplálással nem rendelkező, de táplálást igénylő hálózati berendezéseket (ONU-kat).

A távtápláló feszültséget a távtápláló tápegységek (RPU) szolgáltatják. Ezek kimeneti áramkörei a szekunder áramkörök.

A távközlésben alkalmazott feszültség értékei biztonsági szempontok alapján szabvány szerint [7.7.5 -7.7.6] az alábbi csoportokba sorolhatók:

- Biztonsági feszültségű áramkör (SELV: Safety Extra Low Voltage): olyan áramkör, amelynél üzemi körülmények között az egyenfeszültség nem haladja meg a $60V_{dc}$, a váltakozó feszültség pedig a $42,4 V_{ac}$ értéket, továbbá egyszeres hiba esetén a feszültség 0,2 másodpercnél hosszabb ideig nem haladja meg az üzemi feszültségre megadott legnagyobb értékeket, valamint egyáltalán nem haladja meg a $120V_{dc}$ egyenfeszültség és a $71 V_{ac}$ váltakozó feszültség értéket.
- Távközlési hálózati feszültségű TNV1 (TNV: Telecommunication Network Voltage) áramkör: olyan áramkör, amely megfelel a biztonsági feszültségű áramkörökre vonatkozó követelményeknek, de a távközlési hálózat felől túlfeszültségnek van kitéve.
- Távközlési hálózati feszültségű TNV2 áramkör: olyan áramkör, amelynek üzemszerű működési feszültsége meghaladja a biztonsági feszültségű áramkörökre vonatkozó határértéket és a távközlési hálózat felől nincs túlfeszültségnek kitéve.

- Távközlési hálózati feszültségű TNV3 áramkör: olyan áramkör, amelynek üzemszerű működési feszültsége meghaladja a biztonsági feszültségű áramkörökre vonatkozó határértéket és a távközlési hálózat felől túlfeszültségnek van kitéve.
- Korlátozott áramerősségű áramkör (távtápláló áramot korlátozó áramkör): olyan áramkör, amely a szigetelés átütése, vagy bármely alkatrész meghibásodása esetén is megfelel többek között a következő követelményeknek:
 - Bármely két pontja közé kapcsolt $2000\ \Omega$ értékű ellenálláson átfolyó, legfeljebb 1 kHz frekvenciájú áram értéke állandósult állapotban nem haladja meg a 0,7 mA váltakozó, vagy a 2 mA egyenáram értéket.
 - A legfeljebb 450 V csúcsértékű váltakozó vagy egyenfeszültségű részekben az áramkör kapacitása nem nagyobb 0,1 μF -nál.
 - A 450 V csúcsértékű váltakozó vagy egyenfeszültséget túllépő, de a 15000 V csúcsértéket vagy egyenfeszültséget meg nem haladó részekben tárolt töltés ne legyen nagyobb 45 μC -nál.
 - A 450 V csúcsértékű váltakozó vagy egyenfeszültséget túllépő, de a 15000 V csúcsértéket vagy egyenfeszültséget meg nem haladó részekben az elérhető energia ne legyen nagyobb 350 mJ-nál.

Központi táplálás esetén a távtápláló tápegység primer oldala a 48V-os áramellátó rendszerhez kapcsolódik. Így egyúttal a távtáplálás szünetmentessége is megoldott. Ilyen megoldást alkalmaznak, pl. a (digitális) PCM rendszereknél.

Csoport táplálás esetén a távtáplálást végző hálózati berendezésnek saját áramellátó rendszerrel kell rendelkeznie. Ennek bemeneti energiaforrása a közüzemű villamos hálózat. Hálózatkimaradás esetén is folyamatos táplálás szükséges, ezért az áramellátásnak akkumulátortelepeket is tartalmaznia kell. Az áramellátó rendszernek a távtápláláson kívül a helyi berendezések táplálását is el kell látnia, ezért gyakran több, különféle feszültségű fogyasztói kimenetet is tartalmaz. A telepfeszültség 48V-tól eltérő is lehet.

Helyi táplálás esetén a berendezések primer energiaforrása a közüzemű villamos hálózat. Mivel a berendezéseknek hálózatkimaradás esetén is üzemelniük kell, ezért megszakításmentes áramellátó rendszert kell alkalmazni. Az áramellátás kialakítása attól függ, hogy hová telepítik a berendezést, valamint hogy egy vagy több előfizetőt szolgál ki.

A következő kérdésekkel kell foglalkozni helyi áramellátás telepítésekor:

- az energiahálózathoz történő csatlakoztatás,

- milyen környezetbe kell telepíteni a berendezéseket (utcai kabinet, stb.),
- akkumulátortelep kiválasztása és elhelyezése,
- akkumulátortelep tartalékideje.

A fényvezetős hálózat berendezéseinek nagy része nem a klímatisztított épületekben található, hanem utcai kabinetekbe, lépcsőházakba, stb. telepítik őket. Ezért különösen ügyelni kell a tápellátó berendezések kiválasztásakor, telepítésekor a környezeti követelmények betartására (pl. a melegedési problémák megelőzése érdekében nagyon fontos a megfelelő üzemi hőfoktartomány).

Az akkumulátortelepek kiválasztása és telepítése is különös figyelmet érdemel. Lényeges szempont, hogy csak karbantartásmentes akkumulátor építhető be a fényvezetős hálózat berendezéseibe. Az előfizetői berendezésekbe a VRLA típusú akkumulátortelepeken kívül NiCd telepek is alkalmazhatók. A VRLA akkumulátoroknál azonban figyelembe kell venni az ajánlott működési hőmérséklettartományt (általában 20°C környéke), mert ennél magasabb hőmérsékleten az élettartam drasztikusan csökken, kisebb hőmérsékleten pedig nem vehető ki a telepből a teljes töltésmennyiség. Az alsó hőfoktartomány is korlátozott. Ezért valamilyen módon gondoskodni kell arról, hogy az utcai kabinetek telepei is kiegyenlített hőmérsékleti viszonyok között üzemeljenek. (Pl. a telepek föld alatti aknába történő telepítésével, vagy a kabinet hűtésével-fűtésével.)

Míg a távközlési létesítmények áramellátó rendszerei szinte korlátlan hálózatkimaradást át tudnak hidalni, a helyi áramellátással üzemelő ONU-k esetében az áthidalási idő kizárólag a beépített akkumulátorok tartalékidejével azonos (kivételesen a mobil dízselről történő üzemeltetés). Ezért lényeges az akkumulátorok tartalékidejének helyes megválasztása. Ez a helyi villamos energiahálózat megbízhatóságának függvénye. Figyelembe kell venni az adott területen az áramkimaradások előfordulásának gyakoriságát, az áramkimaradások átlagos időtartamát. Nagy városokban a villamos hálózat megbízhatóbb, mert az energia eljuttatása a fogyasztókhoz (jórészt) időjárástól védett föld alatti kábelekkel történik, a távolságok kisebbek (hibaelhárítási idő lecsökken). Legrosszabb a helyzet a kis, távoli falvakban és tanyaszerű helyeken, ahol az elosztó és fogyasztói hálózat is légvezeték, a fogyasztók messze vannak a hibaelhárító személyzettől. Célszerű tehát más-más tartalékidejű telepet alkalmazni nagyvárosokban, kisvárosokban, falvakon, tanyákon telepített berendezéseknél.

B. KTV hálózat tápellátása

A kábeltelevíziós (KTV) hálózat hierarchikus felépítésű, több jellemző részre tagolható, s ezen tagolásnak megfelelően eltérő az alkalmazott táplálási mód is. A KTV hálózatban általában koaxiális kábeleket alkalmaznak, bár lehet fényvezető kábeles is. A hálózat a passzív elemeken kívül vonalerősítőket és házerősítőket is tartalmaz. A vonalerősítők energiaellátása általában távtáplálással történik. A házerősítők táplálása helyi- és távtáplálással egyaránt megoldható. Meg kell említeni a kábeltelevíziós fejállomások táplálását, amelyet mindig az egyedi igényeknek megfelelően kell kialakítani. Ez minden esetben helyi táplálású. Az egyes berendezések igényelhetnek 230V AC vagy 48V DC táplálást. A szünetmentes egyenfeszültségű táplálás a távközlési létesítményekben telepített fejállomások esetén a létesítmény 48V_{dc} áramellátó rendszeréről megoldható. Szünetmentes váltakozófeszültségű táplálási igény esetén - amennyiben a létesítményben nincs szünetmentes váltakozófeszültségű hálózat - a táplálás egyedi szünetmentes tápegységekkel (Uninterruptable Power Supply, UPS) is megoldható.

A KTV erősítők távtáplálása: A kábeltelevíziós hálózat trónk (vagy fővonal), vonali és az elosztó hálózati síkjában alkalmazott erősítőket általában a koaxiális kábelen keresztül továbbított váltakozó feszültséggel (max. 60V) távtáplálják. A házhálózatokban alkalmazott házerősítőket helyileg táplálják.

Az alkalmazott tápfeszültség: A KTV hálózatokban távtáplálási célra egyenfeszültséget a korrózióveszély miatt gyakorlatilag nem alkalmaznak. Figyelembe véve az erősítőmodulok táplálásához alkalmazott 24V-os stabilizált belső tápfeszültséget, valamint a villamos biztonságtechnikai előírásokat, max. 60V váltakozó feszültséget használnak a távtápláláshoz. Az erősítők beépített tápegységei ezt a 60V-os váltakozó feszültséget alakítják át stabil egyenfeszültséggé. A bemeneti váltakozófeszültség alsó határa az alkalmazott erősítő konstrukciójától függően 27...40 V. A távtápláló feszültséget általában ferreorezonanciás stabilizátorral állítják elő. Ennek kimenetén közel négyszög (trapéz) alakú kimenőfeszültség jelenik meg, amely kiválóan alkalmas mind a bemeneti feszültség ingadozásából, mind a terhelésváltozásokból eredő kimeneti feszültség-ingadozások csökkentésére.

Ferrorezonanciás tápegységek: A ferrozonanciás elven működő váltakozó feszültségű stabilizátor olyan speciális transzformátor, amelynél a stabilizáló hatás a vasmag telítésbe vezérlése által jön létre. Ehhez a transzformátor szokásos primer és szekunder tekercsén kívül egy harmadik tekercs is szükséges, amelyre párhuzamosan egy kondenzátort kapcsolnak. Ez a harmadik tekercs a kondenzátorral hálózati frekvenciára (50Hz) hangolt rezgőkört alkot. A stabilizáló hatás úgy jön létre, hogy mielőtt a szinuszos bemeneti feszültség elérné csúcserőértékét, a vasmag telítésbe kerül, így a kimeneten gyakorlatilag már nem tud változni a feszültség. Hasonló módon, a terhelésváltozások hatására sem változik a kimeneti feszültség amplitúdója számottevő mértékben. Ennek az ára, hogy a kimeneti feszültség nem szinuszos, hanem trapéz hullám alakú. A ferrozonanciás stabilizátorok előnye viszonylagos egyszerűségük és ebből adódik megbízhatóságuk és olcsóságuk. Ezért alkalmazzák a KTV hálózatokban jelentős részben ilyen tápegységeket. Hátrányuk a viszonylag nagy bekapcsolási áramlökés (ami többek között a vasmag előmágnesezettségi állapotától, azaz az előző kikapcsolás pillanatától is függ), ezért a bemeneti túláramvédelmet ellátó kismegszakítót különös gonddal kell kiválasztani. A berendezés hatásfoka kb. félterhelés esetén éri el a 90%-ot.

7.7.3. A távközlési berendezések tápellátási interfésze

A mind műszaki, mind gazdasági szempontból optimális áramellátás megvalósíthatóságának egyik alapfeltétele, hogy a táplált berendezések tápellátási interfészének paraméterei egységesek legyenek. (A tápellátási interfész az a két funkcionális egység közötti közös határfelület, amelynél a tápegység a távközlési berendezéshez csatlakozik.) A tápellátási interfész paramétereinek szabványosításával biztosítható a tápláló és a táplált berendezés kompatibilitása, a berendezések üzemszerű működéséhez szükséges feltételek abban az esetben is, amikor az áramellátó berendezés többféle távközlési berendezést táplál. A paraméterek egységesítése lehetővé teszi azt, hogy (hosszú távon) a meglévő áramellátó rendszerekhez lehessen csatlakoztatni az újonnan telepítendő távközlési berendezéseket külön illesztő egység (pl. DC-DC konverter) alkalmazása nélkül, továbbá hogy azonos műszaki jellemzőkkel rendelkező tápegységek legyenek alkalmazhatóak minden távközlési berendezésnél. A tápellátási interfész jellemzőit

az ETSI 300 132 szabványsorozat [7.7.2 - 7.7.3] írja elő. (A követelmények a 230 V-os váltakozófeszültségről, valamint a 48V-os egyenfeszültségről táplált berendezésekre vonatkoznak. Az ettől eltérő rendszerekre (pl. 27 V-os egyenfeszültségű rendszer) nincs nemzetközi előírás. Ugyanígy a távtápláló rendszerek sem egységesítettek.)

A váltakozó áramú interfész előírásai

A váltakozó áramú, 230 V-os névleges feszültségű UPS-ről táplált berendezések tápellátási interfészére az ETS 300 132-1 szabvány szerint az alábbi főbb követelmények érvényesek:

- A tápfeszültség-tartomány 207-253 V (a nullavezető és a fázisvezető között), a frekvenciatartomány 48-52 Hz.
- A berendezés nem károsodhat (sem a hardver, sem a szoftver), ha a tápfeszültség értéke 0 - 207 V között van. A frekvenciatartomány ebben az esetben 45 - 55 Hz közötti lehet.
- A tápfeszültség üzemi tartományba történő visszatérésekor a berendezéseknek specifikációjuknak megfelelően kell működniük, anélkül hogy bármilyen közbeavatkozás lenne szükséges.
- A szekunder feszültség szabályozása miatti, előírt határértékeken belüli feszültség ingadozást a távközlési berendezésnek a működési jellemzőinek a megváltozása nélkül el kell tudni viselnie.
- A berendezésnek meg kell felelnie többek között a bekapcsolási áramlökésre, a bemeneti áram felharmonikus tartalmára, a túlfeszültségálló-képességre, a rádiófrekvenciás zajra vonatkozó követelményeknek is.

Az egyenáramú interfész előírásai

A tápellátási interfészre vonatkozó, az ETS 300 132-2 szabvány szerinti legfontosabb paraméterek az alábbiak szerint foglalhatók össze, egyenáramú tápellátást igénylő berendezések esetére:

- A -48 V névleges egyenfeszültségű táplálás feszültségtartománya az interfésznél normál üzemmódban : -40,5..... -57V
- A -48 V névleges egyenfeszültségről üzemeltetett távközlési berendezés nem károsodhat a következő - névlegestől eltérő - feszültségértékeknél: 0..... -40,5V és -57... -60V.
A névleges feszültségállapotok helyreállítása után a rendszernek kézi beavatkozás nélkül a normál üzemi állapotának megfelelően kell működnie.
- A berendezésnek teljesítenie kell a fenti szabványban a tranziensekre, feszültségváltozásokra, valamint a 20 kHz alatti súlyozott és széles sávú

zavartűrésre és zavarkibocsátásra előírtakat. (A 20 kHz feletti követelményeket az EMC szabványok tartalmazzák.)

Rövidítések jegyzéke

Rövidítés:	Angol megnevezés:	Magyar megnevezés:
ONU	Optical Network Unit	optikai hálózati egység
PN	Power Node	tápellátó csomópont
RPU	Remote Power Unit	távtápláló egység
SELV	Safety Extra Low Voltage	biztonsági feszültség
TNV	Telecommunication Network Voltage	távközlési hálózati feszültség

Irodalom

- [7.7.1] Janklovics Z. - Gerdai G. : Távközlési célú áramellátás; Magyar Távközlés, 1997. augusztus
- [7.7.2] ETS 300 132-1 Equipment Engineering; Power supply interface at the input to telecommunications equipment; Part 1: Operated by alternating current (ac) derived from direct current (dc) sources.
- [7.7.3] ETS 300 132-2 Equipment Engineering; Power supply interface at the input to telecommunications equipment; Part 2: Operated by direct current (dc).
- [7.7.4] ETSI EN 300 386 Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Telecommunication network equipment; ElectroMagnetic Compatibility (EMC) requirements.
- [7.7.5] EN 60950 Safety of information technology equipment, including electrical business equipment
- [7.7.6] EN 41003 Particular safety requirements for equipment to be connected to telecommunication networks

7.8. Elektromágneses összeférhetőség

Szerzők: Janklovics Zoltán, Lénárt Ferenc

Lektor: Varju György

7.8.1. EMC fogalmak, alapelvek

Annak érdekében, hogy egy berendezés az adott környezetben minőségromlás nélkül működjön, szükséges a különböző berendezések, valamint üzemi környezetük elektromágneses összehangolása. Az elektromágneses összeférhetőség (kompatibilitás) vagy az angol nyelvű megnevezése alapján általánosan használt EMC rövidítés egy olyan szakterületet ölel fel, amelynek célja a berendezések és azok üzemi környezete közötti „illesztetlenség” megszüntetése, vagy legalább a lehető legkisebbre csökkentése az elfogadott előírások, szabványok és szabályozások alapján. Az EMC fogalmát a Nemzetközi elektrotechnikai szótár EMC- re vonatkozó kötete [7.8.1] az alábbiak szerint adja meg: „Valamely berendezésnek vagy rendszernek az a képessége, hogy a saját elektromágneses környezetében kielégítően működik anélkül, hogy a környezetében bármi számára elviselhetetlen elektromágneses zavarást idézne elő”.

Az elektromágneses zavarás (EMI) valamely készülék, berendezés, vagy rendszer működőképességének csökkenése elektromágneses zavar következtében. Elektromágneses zavar minden olyan jelenség, amely valamely készülék, berendezés vagy rendszer működőképességét rontja, vagy élő vagy élettelen dologra káros hatást fejt ki. Az EMI jelenség, a bekövetkező teljesítményromlás az alábbi 3 tényezőbből áll:

- zavar forrás, mely az elektromágneses zavart kibocsátja;
- zavarnyelő, azaz a zavart készülék, amelynek működőképessége romlik;
- közöttük lévő, csatolási útnak nevezett közeg.

A működőképesség romlás meghatározása a következő: Valamely készülék, berendezés vagy rendszer nem kívánt eltérése a rendeltetésszerű működéstől.

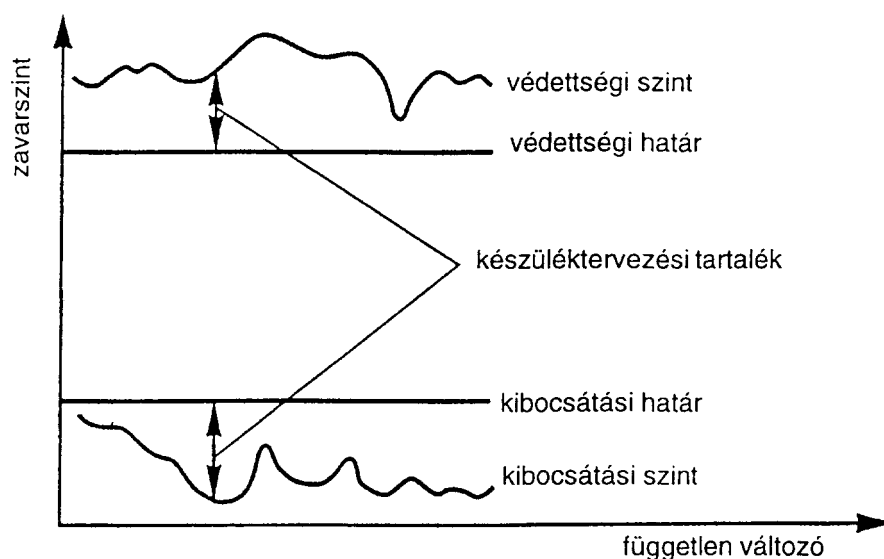
Lényeges az, hogy a meghatározásban a „nem kívánt” jelző szerepel, és nem a „bármely”. Ezért a vizsgálatokhoz specifikálni kell a működőképességre vonatkozó nem kívánt eltérés fajtáját (L. működőképességi kritériumok).

A mindennapi gyakorlatban rendszerint sok mesterséges és természetes forrás bocsát ki elektromágneses zavart, amelyek olyan elektromágneses környezetet hoznak létre, amelyben potenciális zavarnyelők találhatók. A különböző lehetséges helyzetek miatt az elektromágneses környezet rendkívül összetett.

Az EMI a következő két szempontból kapcsolódik az EMC-vel:

1. A zavarkibocsátás (emisszió), amely meghatározza azt a feltételt, amely mellett egy adott villamos vagy elektronikus rendszer megfelelően működik anélkül, hogy olyan mértékű elektromágneses zavart keltene, amely más rendszerekben működési rendellenességet okoz;
2. A zavartűrés (immunitás), amely meghatározza azt a feltételt, amely mellett egy adott villamos vagy elektronikus rendszer adott elektromágneses környezetben működési rendellenesség kockázata nélkül megfelelően működik.

Az elektromágneses összeférhetőség biztosításának alapelve kissé leegyszerűsítve a következők szerint szemléltethető. Egyetlen zavarforrás és egyetlen zavarnyelő esetén a kibocsátási és a zavartűrési szint egy lehetséges kombinációja látható a 7.8.1. ábrán a hozzá tartozó határértékekkel valamely független változó (pl. frekvencia) függvényében.



7.8.1. ábra Egyetlen zavarforrásra és egyetlen zavarnyelőre vonatkozó határértékek és szintek valamely független változó függvényében

A 7.8.1. ábrán a kibocsátási szint mindenütt kisebb a megengedett értéknél és a zavartűrés szint mindenütt nagyobb a legkisebb megkívánt értéknél, s ezért a zavarforrás és a zavarnyelő megfelel a követelményeknek. Az ábrán van egy tartalék a mért szint és a határérték között. Ez „készüléktervezési” határértéknek nevezhető, s mint járulékos tartalék arra szolgál, hogy a tervezés során biztosítható legyen a határoknak való megfelelés, amit az EMC vizsgálatok során ellenőriznek. A zavartűrés határ és a kibocsátási határ közötti tartomány az összeférhetőségi tartomány. Ezen belül helyezkedik el az összeférhetőségi szint.

Ha a kibocsátási és zavartűrés szinteket úgy tervezték meg, hogy a fennálló elektromágneses jelenségnek jól megfeleljenek, a 7.8.1. ábrán látható helyzet áll elő, amikor az elektromágneses összeférhetőség megvalósul. Az ábra azt mutatja, hogy a zavartűrés szint magasabb, mint a zavartűrés határérték, amely nagyobb, mint a kibocsátási határérték, ami viszont magasabb a kibocsátási szintnél. [7.8.2]

A probléma két kulcskérdése a zavarkibocsátás és a zavartűrés, amelyek összehangolása szabályozási feladat.

7.8.2. Az EMC jelenségek szerinti felosztása

A zavarjelenségek a következő csoportokba sorolhatók :

- A frekvencia szerint:
 - kisfrekvenciás (9 kHz alatti) zavarok;
 - nagyfrekvenciás (9 kHz feletti) zavarok.
- A zavarjelenség terjedési (csatolás) módja szerint:
 - vezetett zavarok;
 - sugárzott zavarok.

Ezeket felül megkülönböztethetők a zavarok időtartamuk szerint is:

- folyamatos;
- rövid idejű (tranziens).

Az alábbiakban megadunk néhány példát a zavarás alapvető jelenségeire:

	kisfrekvenciás zavarjelenség:	nagyfrekvenciás zavarjelenség:
vezetett zavarjelenség:	harmonikusok, feszültségváltozás és ingadozások	indukált folytonos hullámú feszültségek, gyors tranziensek
Sugárzott zavarjelenség:	hálózati frekvenciájú mágneses terek	elektromágneses folytonos vagy tranziens terek

Speciális jelenségek:

- Elektrosztatikus kisülés (ESD, összetett - vezetett és sugárzott - jelenség);
- Nagy amplitúdójú elektromágneses impulzus (nukleáris elektromágneses impulzus, NEMP / HEMP)
- Villámcsapás elektromágneses impulzusa (LEMP).

A szabványok a villámcsapás elektromágneses impulzusainak hatásait a vezetett és a sugárzott jelenségek közé sorolják be, mivel a jelenségeket inkább fizikai jellemzőik, mint forrásuk alapján csoportosítják. (Kivétel az ESD és a HEMP jelensége.)

7.8.3. Az EMC szabályozás

A fejlett ipari országokban az EMC mind a műszaki mind pedig a jogi szabályozás része. Ennek keretében az állam a termékekre kötelezően betartandó technikai követelményeket és ezek betartását biztosító magatartásformát ír elő. Az állam csak ott alkalmaz műszaki szabályozást, ahol a hibás termék nagy kockázatot jelentene az élet-, az egészség-, a környezet- és a vagyonbiztonság szempontjából.

A jogszabályok követelményeket fogalmaznak meg és megfelelést írnak elő a gyártók és a forgalmazók számára. Ezek a jogszabályok a megfelelés igazolásának módjára is tartalmazzak előírásokat.

Az Európai Unióban az egységes EMC szabályozás megvalósítása érdekében 1989. május 3-án adták ki 89/336/EEC számon az elektromágneses összeférhetőségre vonatkozó irányelvet [7.8.3] (továbbiakban EMC Direktíva). Az EU-ban 1996.-ban érvénybelépett EMC Direktíva meghatározza az alkalmazásának körét, valamint mindazokat az intézményi, személyi, szabványosítási, minőségtanúsítási, törvényi, stb. feltételeket, amelyek teljesítése az EMC követelményeknek való megfeleléshez és termékek esetén a megfelelést tanúsító CE jel elnyeréséhez szükségesek. Említést érdemel az, hogy az EMC Direktíva pontos értelmezése nem egyszerű feladat. Ennek megkönnyítésére az EU magyarázó dokumentumot adott ki [7.8.4].

A hazai EMC rendelet a 89/336/EEC irányelven alapuló 31/1999(VI.11) GM-KHVM együttes rendelet az elektromágneses összeférhetőségről, mely 1999-ben lépett hatályba [7.8.5]. (A rendeletben hivatkozott honosított nemzeti szabványok

aktualizált listája időről időre megjelenik a Szabványügyi Közlöny mellékleteként. Figyelemre méltó, hogy az első lista 96 szabványt tartalmazott. Ez is jelzi a problémakör összetettségét.)

Az EMC rendelet jelentősége egyrészt az, hogy egységes védelmi követelményeket támaszt mind a zavarkibocsátás, mind a zavartűrés esetében a teljes frekvenciatartományban az EMC teljes területén, másrészt az, hogy megfelel az Európai Unió jogharmonizációs irányelvének, továbbá az Európai Unió EMC szabványainak.

A rendelet meghatározza e területen a védelmi követelményeket és ellenőrzési feladatokat. Előírja, hogy a „.....berendezéseket úgy kell kialakítani, hogy

a) az általuk kibocsátott elektromágneses zavarok ne haladják meg azt a szintet, amely még lehetővé teszi a távközlő, rádió-távközlő és más berendezések rendeltetésszerű működését;

b) olyan megfelelő szintű saját zavartűréssel rendelkezzenek elektromágneses zavarokkal szemben, amely a rendeltetésszerű üzemüket lehetővé teszi.”

Továbbá legfontosabb védelmi követelményként megadja, hogy a berendezéseket úgy kell kialakítani, hogy annak az elektromágneses környezetnek megfelelő szintű elektromágneses zavartűréssel rendelkezzenek ahová szánták azokat, annak érdekében, hogy zavartalanul üzemeljenek a rendelethez kapcsolódó szabványoknak megfelelő berendezések által kibocsátott zavar szint mellett.

Az EMC Direktíva alkalmazásának nem egyetlen, de kétségkívül az egyik legfontosabb előfeltétele a megfelelő EMC szabványrendszer megalkotása.

Az EMC szabványok rendszere a következő 3 típusú szabványból áll [7.8.6]:

a) *Alapszabványok* adják meg a zavaró jelenségekre vonatkozó definíciókat és a jelenségek leírását, a részletes vizsgálati és mérési eljárásokat, a vizsgálati eszközöket és az alapvizsgálatok mérési összeállítását.

Az alapszabványokat nem tartalmazza a harmonizált szabványok listája, mivel a termékek megfelelőségi nyilatkozata szempontjából nem az alapszabványok a mértékadóak.

(A fenti kritériumoknak megfelelő alapszabványokat tartalmazza, pl. az IEC 1000-4-X sorozat.)

b) *Általános szabványok* megadják az EMC követelményeket (határértékeket), valamint egy adott környezetben üzemelő berendezésre alkalmazható szabványosított vizsgálati eljárásokat.

c) *Termékcsalád szabványok* határozzák meg részletesen az adott berendezések emissziós és immunitási követelményeit.

Az EMC szabványrendszer összetettsége miatt rövid áttekintést adunk a szabványok jelenlegi jelölési gyakorlatáról:

Az IEC-ben az EMC szabványok részére az IEC 1000-X-Y jelzetet vezették be. E sorozat 2. alosztás (X) szerinti részeinek témakörei (- az IEC számozásának megfelelően -) a következők:

1. Általános megfontolások, fogalom meghatározások.
2. Környezet leírása, osztályozása, összeférhetőségi szintek.
3. Határértékek zavarkibocsátásra és zavartűrésre, amennyiben erről nem rendelkezik termékcsalád szabvány.
4. Vizsgálati és méréstechnikai alapszabvány.
5. Irányelvek a létesítésre és a zavarcsökkentési óvintézkedésekre.
6. Az 1000-es és 61000 jelzetű általános szabványok.
7. Egyebek

EN 61000-X-Y jelzetűek azok az európai szabványok, amelyeket a megfelelő IEC 1000-X-Y jelzetű IEC szabványok átvételével léptettek életbe.

(Újabban az IEC is áttért a IEC 61000-X-Y jelzetre, azaz az egyes testületek által kiadott, egymásnak megfelelő szabványok csak a betűjelzetben térnek el egymástól.)

EN 60XXX sorozat jelzetűek az IEC-től átvett nem IEC 1000-es sorozatú CENELEC szabványok. (Ide tartoznak pl. a háztartási és hasonló készülékek által a táphálózatban okozott zavarokkal foglalkozó EN 60555 sorozatú szabványok.)

EN 55XXX sorozat jelzetűek a CISPR dokumentumokból átvett, rádiófrekvenciás zavarokkal foglalkozó európai szabványok. (Ide tartoznak pl. a CISPR 11, 13, 14, 15 és 22 előírásoknak megfelelő EN 55011, EN 55013.....EN 55022 jelzetű zavarkibocsátási termékcsalád szabványok.)

EN 50XXX sorozatjelzetűek azok az EMC szabványok, amelyeket a CENELEC maga dolgozott ki. Ilyen általános dokumentumok a lakóhelyi, kereskedelmi és kisipari környezetre, valamint az ipari környezetre megalkotott

zavarkibocsátási (EN 50081-1, 2) és zavartűrési (EN 50082 -1, 2) szabványok. (Ezek az általános szabványok jelennek meg folyamatosan a 61000-6-Y jelzetű szabványokként.)

A távközlésre vonatkozó szabványokat jelentős részben az ETSI dolgozza ki. Ezek vagy ETSI szabványként ETS 300... jelzettel vagy CENELEC szabványként EN 300... jelzettel kerülnek kiadásra. Utóbbi szabványok elsősorban azok, amelyek harmonizált szabványként az EMC direktívához kapcsolódnak.

7.8.4. Követelmények

A berendezésekre vonatkozó követelmények többségét az ETSI műszaki bizottsága (Elektromágneses összeférhetőség és rádió spektrum ügyek – ERM) dolgozta ki. A vezetékes távközlési hálózatok berendezéseinek jelentős részére vonatkozó követelményeket a harmonizált szabványok jegyzékében szereplő EN 300 386-2 szabvány (Elektromágneses összeférhetőség és rádió spektrum ügyek; Távközlési hálózat berendezései; EMC követelmények; 2. rész: termékcsalád szabvány) [7.8.7] adja meg. E szabvány hatálya kiterjed a kapcsoló berendezésekre, a nem rádió átviteltechnikai berendezésekre (pl.: multiplexerek, SDH, PDH, ATM, DCC rendszerek), a tápellátás berendezéseire és a felügyeleti berendezésekre. (E szabvány mellett más termékszabványok is tartalmazznak EMC előírásokat. Pl. külön előírás vonatkozik a kábeltelevízió rendszerre.) A szabvány szerinti követelményeket oly módon határozták meg, hogy a készülékek zavartűrése megfelelő legyen. Kis valószínűséggel előfordulhatnak olyan esetek, ahol a zavarás szintje nagyobb, mint az e szabvány szerinti zavartűrési szint. Ezekben az esetekben speciális zavarcsökkentési intézkedéseket kell fogyanatosítani.

A szabvány a berendezéseket a telepítési környezet szerint két kategóriába sorolja:

- Távközlési központba (létesítménybe) és
- nem távközlési létesítménybe telepített berendezések.

Ez utóbbiba tartoznak, pl. az előfizetői telephelyekre, az utcai kabinetekbe telepített berendezések. Ezekben az esetekben a nem ellenőrzött környezet miatt szigorúbbak az előírások.

A következőkben - nem törekedve a teljességre – nézzük meg, hogy a szabvány milyen EMC vizsgálatokat ír elő. Az egyes vizsgálatok a vizsgálandó portoknak megfelelő, alábbi bontásban adhatók meg:

- A berendezés kabinetjének (szekrény) vizsgálata (L. 7.8.1. táblázat);
- Kültéri távközlő kábelek csatlakozási pontjának vizsgálata (L. 7.8.2. táblázat);
- Épületen belüli jelvezetékek csatlakozási pontjának vizsgálata;
- Váltakozófeszültségű tápellátás csatlakozási pontjának vizsgálata;
- Egyenáramú tápellátás csatlakozási pontjának vizsgálata.

	Környezeti jelenség	Vizsgálati szintek és jellemzők	Hivatkozás	Működési kritérium	Megjegyzések
Zavartűrés:					
1.	Elektrosztatikus kisülés	Érintéses kisülés: 4 kV Átütéses kisülés: 4 kV	EN 61000-4-2	B	
2	Rádiófrekvenciás elektromágneses tér amplitudó modulált	80 – 1000 MHz 3 V/m 80 % AM (1 kHz)	EN 61000-4-3	A	
Zavarkibocsátás:					
3.	Sugárzott Elektromágneses tér 10 m-nél	30–230 MHz : 40 dB (μV/m) 230-1000 MHz : 47 dB (μV/m)	EN 55022		Nagy kiterjedésű rendszereket az ETS 300 127 szerint kell vizsgálni
Ellenálló képesség:					
4.	Elektrosztatikus kisülés	Érintéses kisülés: 8 kV Átütéses kisülés: 15 kV	EN 61000-4-2	R	

7.8.1. táblázat Távközlési központban elhelyezett berendezések EMC vizsgálata. Vizsgált kapu (port): kabinetek

A zavartűrés és zavarkibocsátás mellett e szabványban szerepelnek az „ellenállóképesség”-re vonatkozó követelmények is. (Az ellenállóképesség azt jelenti, hogy a távközlési berendezések károsodás nélkül képesek elviselni bizonyos villamos, mágneses és elektromágneses jelenségek hatását.) A zavartűrésre és az ellenállóképességre vonatkozó követelményeknek való megfelelés ellenőrzésére a megfelelőségi, működési kritériumok szolgálnak. (Az „A” kritérium a folytonos jelenségeknél, a „B” és „C” kritérium a tranziens jelenségeknél és az „R” kritérium az

ellenállóképességi (Resistibility) vizsgálatoknál alkalmazandó.) A megfelelőségi kritériumok lényeges elemei a következők:

- „A” kritérium: A rendszernek folyamatosan kell működnie; működőképesség romlást, vagy funkcióvesztést általában nem enged meg;
- „B” kritérium: A vizsgálatot követően a rendszernek folyamatosan kell működnie; működőképesség romlást, vagy funkcióvesztést általában nem enged meg. Vizsgálat közben működőképesség romlás előfordulhat, azonban a működési módban, vagy a tárolt adatokban változás nem következhet be.
- „C” kritérium: Ideiglenes funkcióvesztés megengedhető, azonban a berendezésnek öngyógyuló módon kell megjavulnia.
- „R” kritérium: A berendezésnek a vizsgálatot károsodás, vagy egyéb zavarok (pl. szoftver sérülés) nélkül el kell viselnie és meghatározott paraméterek szerint kell működnie a tranziens elektromágneses jelenség megszűnését követően. A vizsgálat a védelem működését és a biztosító kioldását okozhatja. Ezek elhárításával az üzemszerű működésnek helyre kell állnia. („Kézi” beavatkozás megengedett.)

	Környezeti jelenség	Vizsgálati szintek és jellemzők	Hivatkozás	Működési kritérium	Megjegyzések
Zavartűrés:					
1.	Gyors tranziensek	0,5 kV; 5/50 ns hullámforma 5 kHz ismétlési frekvenciával	EN 61000-4-4	B	
2.	Lökőhullám	1 kV; 10/700 µs hullámforma	EN 61000-4-5	B	
3.	Vezetett, folyamatos rádiófrekvenciás jel	0,15 – 80 MHz; 3 V; 80% AM (1 kHz)	EN 61000-4-6	A	
Zavarkibocsátás:					Nem alkalmazható
Ellenállóképesség:					
4.	Lökőhullám	4 kV; 10/700 µs hullámforma	ITU-T K.20 ajánlás	R	500 m-nél hosszabb kábelezés esetén; primer védelemmel
5.	Lökőhullám	1 kV; 10/700 µs hullámforma	ITU-T K.20 ajánlás	R	500 m-nél hosszabb kábelezés esetén
6.	Erősáramú indukálás	300 V; 50 Hz; 200 ms	ITU-T K.20 ajánlás	R	500 m-nél hosszabb kábelezés esetén

7.8.2. táblázat Távközlési központban elhelyezett berendezések EMC vizsgálata. Vizsgált kapu (port): távközlő kábel

Életvédelmi előírások: Az élővilág evolúciójának kezdete óta elszenvedi elektromágneses környezetének hatásait. A technikai fejlődés következtében ehhez széles spektrumú, egyre növekvő intenzitású mesterséges sugárzás adódik. A természetes RF sugárzás, amely elsősorban a Napból kiindulva éri a Földet, 0.01 mW/m^2 -nél kisebb intenzitású. Ezzel szemben az ember által keltett rádiófrekvenciás zaj (közkeletű elnevezéssel „elektroszmog”) szintje a háztartásokban tapasztalható néhányszor tíz $\mu\text{W/m}^2$ -től az egyes munkahelyeken előforduló néhányszor tíz W/m^2 -ig terjed [7.8.8].

Annak érdekében, hogy az elektromágneses terek ne okozzanak egészségkárosodást, nemzetközi és nemzeti szabványok rögzítik az intenzitásra megengedett határértékeket. A szintek meghúzásának gondolatmenete általában az, hogy megfigyelések és kísérletek eredményeit kiértékelve megállapítják az idegrendszer hibás működését és/vagy a testfelszínen, vagy a belső szervekben nem kívánt mértékű felmelegedést kiváltó térerősség, vagy teljesítménysűrűség értékét, majd valamilyen biztonsági faktorialosztják azt.

Az említett hatásokhoz kapcsolódva meg kell jegyezni: az epidemiológiai vizsgálatok eredményeivel foglalkozó mértékadó írások fontosnak tartják leszögezni, hogy eddig egyetlen korrekt elemzés sem tudott összefüggést kimutatni a rádiófrekvenciás behatás és a rákos megbetegedés kockázatának növekedése között.

Az újabb ajánlások, előírások a térerősség és teljesítménysűrűség helyett, vagy mellett a SAR (**S**pecific energy **A**bsorption **R**ate, a teljes test, vagy valamely testrészek által elnyelt teljesítmény, melyet a testszövet tömegegységére vonatkoztatva, W/kg -ban adnak meg) határértékét rögzítik.

Magyarországon az 1987 elején kiadott, 1993-ban módosított MSZ 16260-86 szabvány van érvényben. Határértékei a 7.8.3.a...b táblázatban láthatók [7.8.9].

Övezet	Villamos térerősség, V/m		
	30 kHz - 3 MHz	3 - 30 MHz	30 - 300 MHz
Veszélytelen	3	3	3
Biztonsági	50	30	20
Munka-	120	60	40
Korlátozott időtartamú munka	960/t*	480/t*	320/t*
Veszélyes	1000	600	400
* Ahol t egy naptári nap alatt az övezetben tartózkodás összidőtartama órában, de ez nem lehet több, mint 8 óra.			

7.8.3.a táblázat Az MSZ16260-86 szerinti elektromos térerősség határértékek

Övezet	Teljesítménysűrűség, mW/cm ²	
	Álló sugárzó	Forgó, vagy pásztázó sugárzó
Veszélytelen	-	-
Biztonsági	0,01	0,1
Munka-	0,1	1
Korlátozott időtartamú munka	$(0,08 / t^*)^{1/2}$	$(8 / t^*)^{1/2}$
Veszélyes	10	100
* Ahol t egy naptári nap alatt az övezetben tartózkodás összidőtartama órában, de ez nem lehet több, mint 8 óra.		

7.8.3.b táblázat Az MSZ16260-86 szerinti teljesítménysűrűség határértékek

A történeti hűség kedvéért érdemes felidézni a CENELEC által megalkotott ENV 50166 előszabvány sorsát. 1994-ben, még prENV 50166 jelzettel a CENELEC tagok között körözték véleményezés céljából. 1995-ben két részben, európai előszabványként jelent meg:

- ENV 50166-1 Human exposure to electromagnetic fields,
- Low frequency (0 Hz to 10 kHz)
- ENV 50166-2 Human exposure to electromagnetic fields,
- High frequency (10 kHz to 300 GHz)

Bő terjedelemben taglalta a kis és nagyfrekvenciás elektromágneses terek közvetlen és közvetett hatását, a lehetséges forrásokat, az egyidejűleg működő különböző források hatásának összegzését, a mérési módszereket és természetesen a határértékeket.

Mivel az 1997-es hosszabbítás után 1999-ben sem véglegesítették, ekkor hatályát veszítette. 1997 és 1999 között magyar nemzeti előszabványként is kiadták. Határértékei sok esetben ma is jó támpontként használhatók.

Az Európai Unió Egészségügyi Minisztereinek Tanácsa 1999. júniusában luxembourgi ülésén foglalkozott a népességet érő nemionizáló elektromágneses sugárzás határértékeire vonatkozó ajánlással. Áttekintették az ICNIRP előkészítő munkáját [7.8.10], az ajánlás bevezetéséhez kapcsolódóan megfogalmaztak néhány irányelvet [7.8.11]. Az egyik legfontosabb szerint a tagállamokra hagyják a sugárforrások besorolását és korlátozását. Az 1999. július 12-én Brüsszelben tartott értekezleten az ajánlást 1999/519/EC jellel elfogadták [7.8.12]. Az ajánlásban rögzített határértékek elsősorban a lakosságra vonatkoznak, a munkahelyi értékeket a tagállamokban - az Uniós Szerződés szellemében - politikai döntéshozatal révén kell meghatározni.

Az ajánlás problémakezelésében, megfogalmazásaiban visszaköszönnek az ENV 50166 fordulatai. Kétféle korláttal találkozhatunk.

A bázis korlátok ill. határértékek (basic restrictions) úgy adódtak, hogy a kutatások szerint akut (idegrendszeri és/vagy hő-) hatásokat kiváltó intenzitásértékek 1/50-ed részét vették.

A bázis korlátok frekvenciabontása az alábbi megfontolásokhoz igazodik:

- 0 és 1 Hz között a mágneses fluxus és a tér által gerjesztett áramok korlátozása a szív- és érrendszeri és a központi idegrendszerben jelentkező hatások visszaszorítását célozza,
- az 1 Hz és 10 MHz között létrejövő áramok határértékeinek betartása az idegrendszer funkcióinak hibátlan ellátását teszi lehetővé,
- a 100 kHz és 10 GHz közötti SAR korlátok a teljes és lokális testmelegedés veszélyét küszöbölik ki,
- a 10 és 300 GHz között érvényes teljesítménysűrűség limit a testfelszínen és a közvetlen alatta elhelyezkedő szövetek túlmelegedését akadályozza meg.

A határértékeket a 7.8.4. táblázat tartalmazza.

* az áramirányra merőleges 1 cm^2 felületen átlagolva

** frekvencia; Hz

*** minden SAR adat 6 percre átlagolva

A referencia szintek (reference levels) olyan, jól mérhető fizikai mennyiségekben megadott korlátok, melyek betartása esetén a gerjesztő tér és a gerjesztett emberi test legszorosabb csatolása során sem fordulhat elő a bázis határértékek túllépése. A 7.8.5. és 7.8.6. táblázatban összefoglalt referencia szintek

Frekvencia	Mágneses fluxus, mT	Áramsűrűség (rms*), mA/m ²	Teljes test SAR (átlag), W/kg	Lokális SAR (fej,törzs), W/kg	Lokális SAR (végtagok), W/kg	Teljesítménysűrűség,(S), W/m ²
0 Hz	40	-	-	-	-	-
0-1 Hz	-	8	-	-	-	-
1-4 Hz	-	8/f**	-	-	-	-
4-1000 Hz	-	2	-	-	-	-
1-100 kHz	-	f/500	-	-	-	-
0.1-10 MHz	-	f/500	0,08	2	4	-
10 MHz-10 GHz	-	-	0,08	2	4	-
10-300 GHz	-	-	-	-	-	10

7.8.4. táblázat Az EU ajánlás szerinti határértékek

másik fontos szerepe, hogy támpontot adnak a 7.8.2. pontban részletezett szabványcsoportokban rögzített kibocsátási határértékek megállapításához.

* a frekvenciák a vizsgált frekvenciasávnak megfelelő mértékegységben

- Érdekességgént, a képviselt szemlélet jellemzésére idézzük még az ajánlás szövegének két kiragadott, de fontos pontját:
- A lakosságot érő elektromágneses sugárzás határértékének meghúzásakor mérlegeljük, hogy a sugárzást kibocsátó eszköz működése milyen előnyöket jelent az életminőség, a telekommunikáció, az élet- és vagyonbiztonság terén.
- A tagállamok a sugárzásból eredő kockázat tudatosítása és a védelem erősítése érdekében megfelelő módon informálják az érintetteket és tegyék

Frekvencia	Elektromos térerősség, V/m	Mágneses térerősség, A/m	Mágneses indukció, μ T	Ekvivalens sík-hullám teljesítménysűrűsége, W/m ²
0-1 Hz	-	3.2×10^4	4×10^4	-
1-8 Hz	10 000	$3.2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^4 / f^2$	-
8-25 Hz	10 000	$4\,000 / f$	$5\,000 / f$	-
0.25-0.8 kHz	$250 / f$	$4 / f$	$5 / f$	-
0.8-3 kHz	$250 / f$	5	6.25	-
3-150 kHz	87	5	6.25	-
0.15-1 MHz	87	$0.73 / f$	$0.92 / f$	-
1-10 MHz	$87 / f^{1/2}$	$0.73 / f$	$0.92 / f$	-
10-400 MHz	28	0.073	0.092	2
0.4-2 GHz	$1.375 f^{1/2}$	$0.0037 f^{1/2}$	$0.0046 f^{1/2}$	$f / 200$
2-300 GHz	61	0.16	0.20	10

7.8.5. táblázat Az EU ajánlás szerinti referencia szintek

Frekvencia	Maximális érintési-áram, mA
0 Hz-2.5 kHz	0.5
2.5-10 kHz	0.2 f*
100 kHz-110 MHz	20

* kHz

7.8.6 táblázat Az EU ajánlás szerinti érintési áramok

meg a szükséges intézkedéseket.

A területet szabályozó nemzeti szabványok összehasonlításához hasznos segítséget nyújt a [7.8.13] és [7.8.14] szakirodalom. A mobil telefonokkal és bázisállomásokkal kapcsolatos megfontolásokat itt nem részletezzük, de megadjuk a témával foglalkozó legismertebb forrást [7.8.15]. Szintén csak felhívjuk a figyelmet a lézergyártmányok sugárbiztonsági előírásaival foglalkozó magyar szabványra [7.8.16].

7.8.5. Vizsgálatok

Az EMC megfelelés igazolására szolgál a laboratóriumi körülmények között elvégzett típusvizsgálat. Az EN 61000-4-X sorozatú alapszabványok a vizsgálati és méréstechnikai előírásokat adják meg. E sorozat keretében a következő témájú szabványok kerültek eddig kiadásra, amelyek jól tükrözik a figyelembe veendő jelenségek sokféleségét:

1. Vizsgálatok áttekintése;
2. Elektrosztatikus kisüléssel szembeni zavartűrés vizsgálata;
3. Sugárzott rádiófrekvenciás tér vizsgálata;
4. Villamos gyors tranziens / burst vizsgálat;
5. Lökőhullámmal szembeni zavartűrés vizsgálata;
6. Vezetett rádiófrekvenciás vizsgálat;
7. Villamosenergia-rendszerek és hozzájuk kapcsolódó berendezések felharmonikusainak és közbenső harmonikusainak mérései;
8. Hálózati frekvenciás mágneses térrel szembeni zavartűrés vizsgálata;
9. Impulzus jellegű mágneses térrel szembeni zavartűrés vizsgálata;
10. Csillapodó rezgésű mágneses térrel szembeni zavartűrés vizsgálata;
11. Feszültségletörésekkel, rövid idejű feszültségváltozásokkal szembeni zavartűrés vizsgálata;
12. Oszcillálóhullám-csomaggal való vizsgálat;
14. Feszültségingadozás hatásával szembeni zavartűrés vizsgálata;

15. Flicker vizsgálat;

16. Vezetett közös módusú zavarokkal szembeni zavartűrés vizsgálata a 0-150 kHz-es frekvenciatartományban.

17. HEMP hatásával szembeni zavartűrés vizsgálata.

(A felsorolás nem teljes, a szabványsorozatban további szabványok fognak még megjelenni.)

A vezetékes távközlési hálózatok vizsgálatairól a 7.8.4.1. pontban volt szó. A vezetékek nélküli rendszerekre felsorolásszerűen megadunk néhány, az ETSI által kidolgozott, mind határértékeket, mind mérési módszereket tartalmazó szabványt:

EN 300 279: Magáncélú földi mobil rádió (PMR) berendezések vezetett és sugárzott zavarjelei

ETS 300 329: DECT eszközök emissziós és immunitási vizsgálatai

ETS 300 339: Mérési módszerek és limitek azon rádióberendezésekre és kapcsolódó eszközökre, melyekről nem rendelkezik harmonizált EMC szabvány

ETS 300 340: ERMES vevők emissziós és immunitási vizsgálatai

EN 300 341: Földi mozgó rádiószolgálatok berendezéseinek emissziója

ETS 300 342: GSM és DCS rendszerek emissziós és immunitási vizsgálatai

EN 300 385: Fix rádióösszeköttetések EMC mérései és határértékei

EN 300 390: Földi mozgó rádiószolgálatok beépített antennájú rádióinak emissziója

ETS 300 447: VHF FM műsorszóró adók zavarkibocsátása és érzékenysége

EN 300 673: VSAT földi berendezések EMC mérései

ETS 300 717: Közcélú analóg cellás rendszerek hordozható eszközeinek EMC vizsgálatai

ETS 300 826: 2.4 GHz-es szélessávú rendszerek és HYPERLAN

EN 300 827: TETRA eszközök EMC mérései és határértékei

7.8.6. Irányelvek a kompatibilitás biztosítására

A berendezéseknek sokféle típusa létezik és különböző megközelítésekkel elérhető az EMC követelményeknek való megfelelés. Az IEC 61000-5-1 szabvány [7.8.17] olyan általános megközelítést javasol, amelynek alkalmazása esetén speciális zavaróhatás-csökkentő óvintézkedési eljárásokra feltehetőleg nincs

szükség, ha a berendezés az alkalmazandó kibocsátási és zavartűrési előírásoknak megfelel.

A berendezések elektromágneses összeférhetőségét biztosító eljárásban kétfajta megközelítés lehetséges, attól függően, hogy milyen korán érvényesíthetőek az EMC szempontok a tervezésben, kivitelezésben:

- Nagyobb létesítés esetén a kezdeti szakaszban az adott elektromágneses zavarnak megfelelő speciális összeférhetőségi szint határozható meg külön-külön a létesítés, valamint a berendezés környezeti tényezőire. Az előírt általános óvintézkedési eljárások alkalmazásával a berendezéseket és telepítési előírásaikat az előre meghatározott szintek szerinti zavartűrési és kibocsátási határértékeknek megfelelően választják meg.
- A tervezés későbbi fázisaiban, további berendezés telepítésekor, vagy kereskedelembe beszerezhető olyan berendezés kezdeti telepítésekor, amelynek EMC-jellemzői megváltoztatására nincs lehetőség, illesztési (mismatch) hiba léphet fel a helyszín általános, és *de facto* összeférhetőségi szintje és a berendezés képessége között. Ilyen esetben olyan óvintézkedési eljárásokat kell választanunk, amely a környezet és a berendezés zavartűrési szintjei közötti eltérést a legkisebbre csökkenti.

Az elektromágneses zavarást vezetett vagy sugárzott zavarjelek idézik elő. Valamely berendezés egyidejűleg mind kibocsátó, mind zavarnyelő (potenciális „áldozat”) lehet.

Az elektromágneses összeférhetőséggel kapcsolatban három fő terület vehető figyelembe:

- kibocsátók: zavarforrások, amelyeket befolyásol a berendezés konstrukciója;
- csatolási utak: ezeket befolyásolja a telepítési gyakorlat;
- zavarnyelők: ezeket befolyásolja a berendezés konstrukciója.

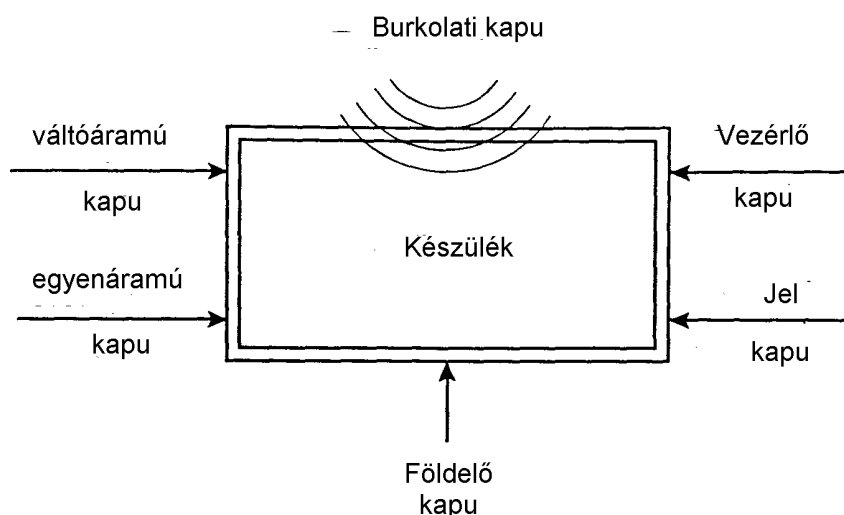
Az elektromágneses összeférhetőség biztosítása érdekében, szükség szerint, háromféle intézkedést kell tennünk:

- a kibocsátónál: a kibocsátás csökkentése;
- a csatolásnál: a csatolás csökkentése;
- a zavarnyelőnél: a zavartűrés növelése.

Annak érdekében, hogy a környezet és a készülék közötti kölcsönhatás elemzésével az alkalmazandó védelmi módig eljussunk a készülék kapukat (a készülék interfésze a külső elektromágneses környezettel) kell vizsgálni. A különböző elektromágneses zavarok ezeken a kapukon keresztül jutnak be a készülékbe, illetve ezeken keresztül hagyják el azt. Ezeknek a kapuknak a meghatározásával a

védekezés lépései célzottan igazíthatók az adott elektromágneses jelenség természetéhez, csatolási módjához, a készülék funkcionális elemeire gyakorolt hatásához (a zavartűréshez), vagy a környezetre gyakorolt hatásához (a kibocsátáshoz).

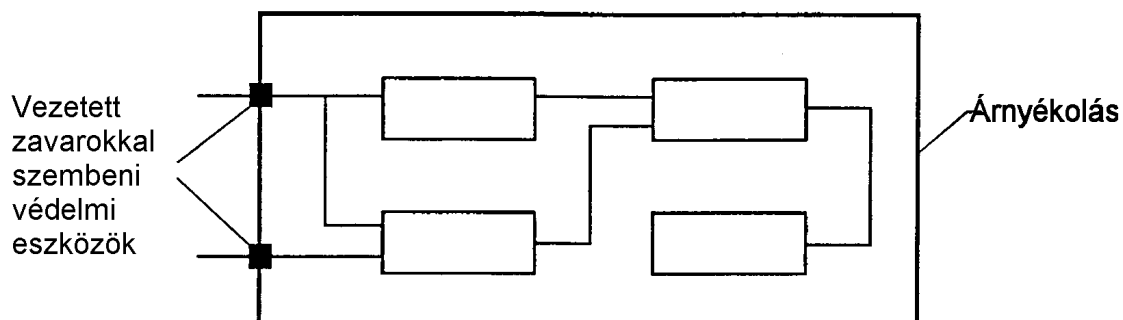
A 7.8.2. ábra az elektromágneses zavarok bemeneti kapuit mutatja be.



7.8.2. ábra: Az elektromágneses környezettel kapcsolatban álló berendezés kapuk

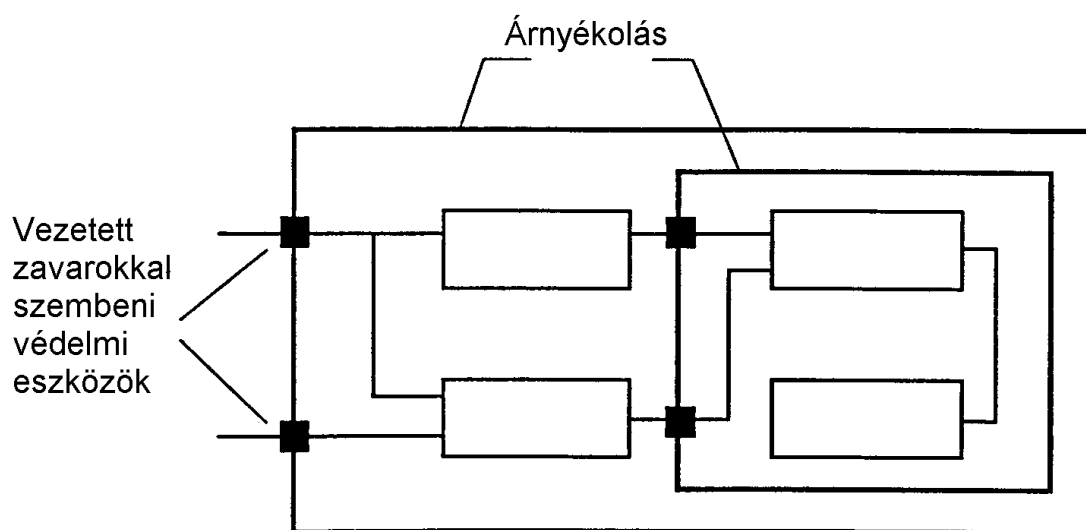
Az elektromágneses összeférhetőség biztosítása érdekében megfelelő óvintézkedési lépéseket kell tenni a készülék (rendszer, létesítmény) minden egyes kapuján.

Valamely létesítmény EMC zavartűrő képességének biztosítására két általános módszer van, a globális védelem (7.8.3. és 7.8.4. ábrák), vagy a megosztott védelem (7.8.5. ábra). Bizonyos esetekben sürgősségtelenez lehetnek az óvintézkedési eljárások, így például akkor, amikor a berendezés a rá ható zavar szintjéhez képest megfelelő mértékű zavartűrési szinttel rendelkezik.



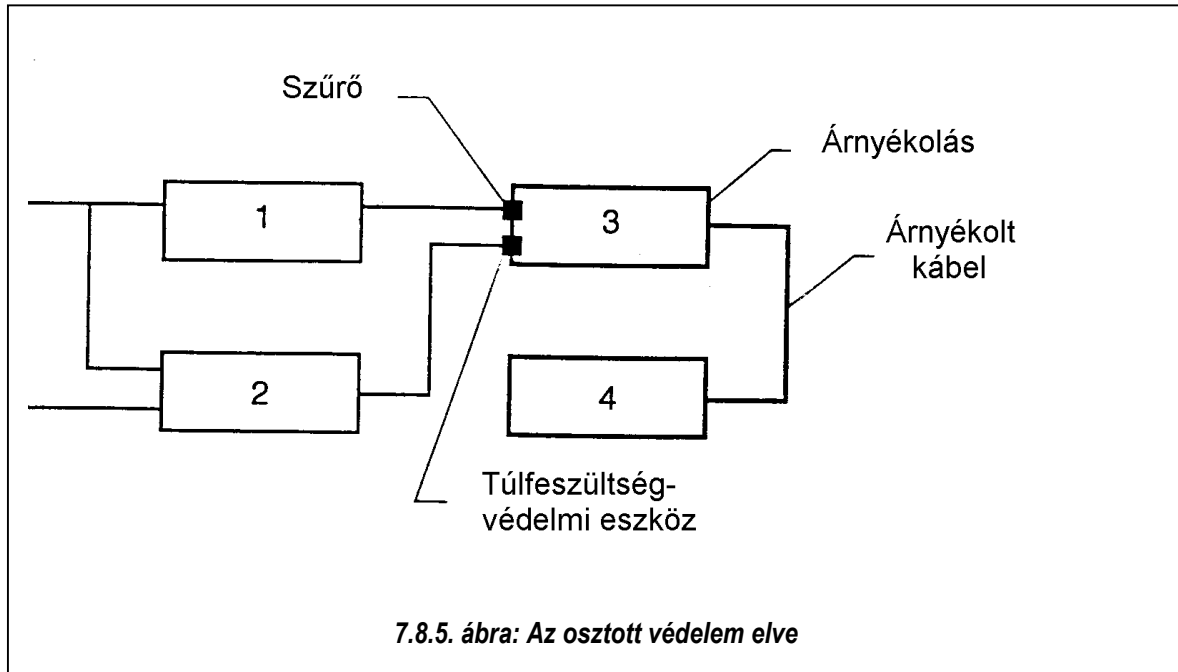
7.8.3. ábra: Általános védelem egyszeres védőborítással

MEGJEGYZÉS: Az egyszeres védőborítás elvének megfelelően a hálózati szűrők, a túlfeszültség-levezető eszközök és az árnyékolás a teljes létesítményt védi. Nem alkalmaznak egyedi védelmet az egyes egységeknél, kivéve, ha belsőleg generált zavarról van szó.



7.8.4. ábra: Általános védelem többszörös védőborítással

MEGJEGYZÉS: A többszörös védőborítás elve szerint az egyes egységeknél nem alkalmaznak egyedi védelmet, azonban az egységek zavarérzékenységi szintjének/szintjeinek megfelelően az elektromágneses védőborítások kaszkád



elrendezésűek.

MEGJEGYZÉS: Az osztott védelem elvének megfelelően az 1. és 2. egységeket nem védik, csak a 3. és 4. egységet, amelyek érzékeny elektronikát tartalmaznak. Ez utóbbiak védelméhez speciális burkolatokat, szűrőket, vagy más védelmi eszközöket és árnyékolt kábeleket alkalmaznak.

Rövidítések jegyzéke

CENELEC	European Electrotechnical Standardization Committee Európai Elektrotechnikai Szabványosítási Bizottság
CISPR	International Special Committee on Radio Interference Rádiózavarás Nemzetközi Különleges Bizottság
EMC	Electromagnetic Compatibility Elektromágneses összeférhetőség
EMI	Electromagnetic Interference Elektromágneses zavarás
ERM	Electromagnetic Compatibility and Radio spectrum Matters Elektromágneses összeférhetőség és Rádió spektrum Ügyek (ETSI Műszaki Bizottság)
ESD	Electrostatic Discharge Elektrosztatikus kisülés
ETSI	European Telecommunications Standards Institute Európai Távközlési Szabványosítási Intézet
ICNIRP	(International C ommission on N on-Ionising R adiation P rotection) A Nemionizáló Sugárzások Elleni Védekezés Nemzetközi Bizottsága
IEC	International Electrotechnical Comission Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság
ITU	International Telecommunication Union Nemzetközi Távközlési Egyesület
NEMP	Nuclear Electromagnetic Impulse nukleáris elektromágneses impulzus
SAR	Specific energy Absorption Rate Specifikus energia elnyelési tényező

Irodalomjegyzék

- [7.8.1] MSZ IEC 50(161) Nemzetközi elektrotechnikai szótár 161. Kötet: Elektromágneses összeférhetőség (1994)
- [7.8.2] MSZ IEC 1000-1-1: Elektromágneses összeférhetőség (EMC) 1. rész: Általános előírások, 1. főfejezet: Az alapfogalmak és meghatározások alkalmazása és értelmezése
- [7.8.3] Directive 89/336/EEC (Electromagnetic compatibility), (1989)
- [7.8.4] Guide to the application of directive 89/336/EEC, (1997)
- [7.8.5] A gazdasági miniszter, valamint a közlekedési, hírközlési és vízügyi miniszter 31/1999. (VI.11.) GM-KHVM együttes rendelete az elektromágneses összeférhetőségről
- [7.8.6] CENELEC Report: R210-001 EMC standardisation for product committees (January, 2000)
- [7.8.7] EN 300 386-2: Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Telecommunication network equipment; ElectroMagnetic Compatibility (EMC) requirements; Part 2: Product family standard (1997-12)
- [7.8.8] WHO: Electromagnetic Fields and Public Health, Fact Sheet N183, <http://www.who.int/inf-fs/en/fact183.html>
- [7.8.9] MSz 16260-86, A nagyfrekvenciás elektromágneses tér megengedett határértékei
- [7.8.10] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz), Preprint scheduled to appear in Health Physics April 1998, Volume 74, Number 4, pp. 494-522
- [7.8.11] European Union, Council of Health Ministers: Adoption of a recommendation on the limitation of exposure of general public to electromagnetic fields
http://europa.eu.int/comm/health/ph/news/old/electro_en.htm
- [7.8.12] COUNCIL RECOMMENDATION of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz), (1999/519/EC) Official Journal of the European Communities, 30.7.1999
- [7.8.13] Mátay G., Zombory L.: A rádiófrekvenciás sugárzás élettani hatásai és orvosi biológiai alkalmazásai, Egyetemi tankönyv
Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2000
- [7.8.14] Thuróczy Gy.: A mobil hírközlés sugáregészségügyi kérdései, Magyar Távközlés, IX. évfolyam, 7. szám, 1998. július, 26-33. oldal
- [7.8.15] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Health Issues Related to the Use of Hand-Held Radiotelephones and Base Transmitters, Health Physics April 1994, Volume 70, Number 4 pp. 587-593
- [7.8.16] MSz 16261, Lézergyártmányok sugárbiztonsági előírásai
- [7.8.17] MSZ IEC 61000-5-1: Elektromágneses összeférhetőség (EMC) 5. Rész: Létesítési és zavarcsökkentési irányelvek, 1. Főfejezet: Általános megfontolások. EMC alapszabvány

7.9. Eszköz- és rendszerválasztási megfontolások

Szerző: Nagygyörgy Gábor

Lektor: Kántor Csaba

7.9.1. Bevezető

Az alábbi fejezet célja a rendszer kiválasztás fő műszaki szempontjainak rövid ismertetése, de felhívjuk a figyelmet néhány olyan tényezőre, ami a műszaki követelmények mellett a kiválasztást befolyásolja. Ilyenek a szállító gazdasági, piaci megbízhatósága, az élettartam költségek stb.

Egy távközlési rendszer kiválasztásakor a tervező első feladata a rendszer fő funkcióinak meghatározása, vagyis annak eldöntése, mire van szükség. Ez általában a marketing felmérésen alapuló műszaki elemzést, rendszertervezést foglal magában. Az elkészült nagyvonalú majd később a részletezett rendszerterv alapján ajánlati felhívást ad ki a vevő. A beérkezett ajánlatok műszaki és gazdasági elemzésével választható ki a legalkalmasabb távközlési rendszer. A rendszerválasztás tehát egy olyan műszaki és gazdasági tervező és elemző folyamat, melyben a vásárló a piaci viszonyok figyelembe vételével összhangba hozza igényeit és lehetőségeit. A következő fejezetben ennek a folyamatnak a fő tevékenységeit és a választás szempontjait tekintjük át. Tisztázzuk először, mit értünk rendszer alatt.

Rendszer (A): Rendszer az egymással szerves összefüggésben lévő objektumok összessége, a közöttük fennálló kapcsolatokkal, ezek struktúrájával és dinamikájával együtt.

Távközlő rendszer (B): Végberendezések, kapcsolás- és átviteltechnikai eszközök valamely együttesének szervezett összessége a szolgáltatás lehetővé tételére.

7.9.2. A rendszerválasztás műszaki szempontjai

Az alább ismertetett tervezési folyamat egy teljesen új rendszer kifejlesztésének folyamata. A gyakorlatban legtöbbször már meglévő rendszerhez illesztünk új rész rendszereket, vagy meglévő rendszereket bővítünk. Ekkor a leírt választási, specifikálási folyamat bizonyos lépései értelemszerűen elmaradnak.

7.9.2.1. Nagyvonalú rendszerterv

A rendszertervezéskor a távközlési rendszer jellemzőit - a műszaki követelményeket - fölülről lefelé határozzuk meg. Ez azt jelenti, hogy először a teljes info-kommunikációs összeköttetést modellezzük végponttól végpontig („magas szintű modell”, „makromodell”, „nagyvonalú rendszerterv”), majd a terv alapján lefelé haladva meghatározzuk, kiosztjuk a rendszerelemek, berendezések követelményeit.

A nagyvonalú rendszertervben elő kell írni a jelzések, jelszintek, áramköri jellemzők értékeit, előfizetőtől előfizetőig. A makromodellben a végberendezések és a hálózati erőforrások összessége egységes egésznek alkot, a rendszerelemeknek esetleg nincs is saját követelményük. A nagyvonalú (magas szintű) jellemzőket gyakran ITU-T, az ETSI vagy más szabványos mintarendszerek, referencia modellek írják elő, de készíthetünk saját, nem szabványos modelleket is. Referenciahálózati követelményeket tartalmaznak a nemzeti szabályozó hatóság (HÍF) által kiadott alapvető műszaki tervek is. A szabványos referencia modellek esetenként a rendszerelemek paraméter kiosztására is ajánlást tartalmaznak. A referencia modell útmutatása szerint kell a tervezőnek az aktuális rendszert megterveznie. A nagyvonalú tervezést a könyv más fejezetei részletesen tárgyalják. A modellalkotás rendkívül időigényes feladat, a szabványosító szervek több év alatt dolgoznak ki megfelelő referenciamodelleket. A nem szabványos rendszerek tervezése tehát jelentős időt igényel és növeli a távközlési szolgáltató kockázatát (lásd később).

Nagyvonalú rendszer funkcionális követelmények

A kiválasztás legfontosabb szempontja a rendszer által szolgáltatott működés (funkciók) megvalósítása. A tervezőnek az ügyfél igényeit kell számszerűsíteni, műszaki követelményekké változtatnia. Ilyen **ügyféligények** az információmennyiség, az adatok elérési sebessége, az adatok sérülésmentessége, az összeköttetés

használhatósága, megbízhatósága, a forgalom várható nagysága, a használati kényelem stb. Ezek mellett a távközlési szolgáltató saját gazdasági érdekei, valamint törvényi és hatósági előírások további funkcionális igényeket határoznak meg: az olcsó és jól szervezhető üzemeltethetőséget, és karbantarthatóságot, a számlázási lehetőségeket, az előfizető biztonságát, a környezet zajszennyezését stb. A funkcionális igények alapos elemzésével - különféle tervezési megfontolások útján, a szabványok követelményeit figyelembe véve - lehet felépíteni a rendszer logikai szerkezetét (architektúráját) és meghatározni a rendszer egészének átfogó műszaki követelményeit. Az esetek jelentős részében a tervező talál a funkcionális igények kielégítésére alkalmas szabványos mintarendszert.

Nagyvonalú rendszer műszaki követelmények

A nagyvonalú rendszerterv a végponttól végpontig tartó összeköttetést modellezi, követelményei az összeköttetés egészének műszaki jellemzőit írják le. A rendszertervek legfőbb követelmény csoportjait általában szabvány írja elő. A fő követelmény csoportok:

- *A rendszer felépítése, azaz logikai és funkcionális architektúrája.* Ez tartalmazza a rendszer alkotóelemeit is, az alrendszerek, berendezések helyét és kapcsolatát. A távközlési vállalatnak nem csak távközlési funkcióra van szüksége, hanem az előfizetők kiszolgálását- és a hálózat üzemeltetését támogató rendszerekre is. Korszerű távközlési rendszert ma már csak hálózatvezérlő, üzemeltetés támogató és számlázó rendszerekkel együtt terveznek, illetve vásárolnak. A szállítónak meg kell adnunk a beszerezni kívánt rendszerekhez a nagyvonalú rendszertervet (referencia modellt, architektúrát), melynek alapján a rendszer-, és a rendszerelemek követelményeit előírtuk.
- *Az átvitt jelek minősége:* jelszintek, jelsebesség, jelalak, jeltorzulás és modulációs zaj, csillapítás, stb.
- *Az összeköttetés folytonossága:* zavarérzékenység, kiesések.
- *Az üzenetek irányítása, kezelése:* jelzések és protokollok, szinkronizálás.
- *Hálózatvezérlés:* forgalomirányítás, felügyelhetőség, riasztások és biztonsági jelzések stb.
- *Előfizető kiszolgáló képesség* (előfizetők száma, forgalmi kapacitás,) és kiterjeszthetőség, forgalmi terhelhetőség és túlterhelhetőség.
- *Alrendszerek általános követelményei,* mint pl.: a távközlő rendszerhez kapcsolódó felügyeleti rendszer, tarifa és számlakezelő rendszer általános követelményei.

- *Biztonsági rendszer követelmények:* hozzáférés ellenőrzés és korlátozás, biztonsági rendszeradminisztrálás stb.
- *Interfész követelmények* (beillesztési követelmények) a meglévő rendszerek, vagy más platformok illetve a hálózat vezérlő és a számlázó rendszer felé,

és ezen túl minden olyan – itt nem említett - műszaki követelmény, amit a megépített hálózatnak és platformnak összességében teljesítenie kell a folyamatos távközlési összeköttetés létrehozásához és fenntartásához, az előfizető megfelelő kiszolgálásához.

Mivel a távközlési rendszerek legtöbbször különféle környezetben elhelyezett berendezésekből és a köztük lévő közvetítő közegekből állnak, a nagyvonalú tervekben csak ritkán lehet a rendszer egészének telepítési körülményeire is követelményeket adni. Az általános rendszerterv telepítési követelményei az első megvalósításra és az elterjesztésre vonatkoznak. A jó távközlő rendszer az igényeknek megfelelően kis lépésekben fokozatosan, esetleg előfizetőnként, csatornánként is bővíthető. A rendszer lehetőleg legyen olyan szerkezetű, hogy az első telepített szakaszok is teljes funkcionalitást biztosítsanak.

7.9.2.2. Részletes rendszerterv: a rendszerelemek követelményei

Rendszerelemek általános követelményei

Az általános hálózati követelményekből, tervezési megfontolások útján elkészíthető a **részletes rendszerterv**. A részletes tervezés során levezethetők, kioszthatók az alrendszerek, rendszerelemek, modulok követelményei. A rendszerelemeknek és moduloknak először szintén az általános működési követelményeit határozzuk meg úgy, hogy az illeszkedjen a rendszer egészének működéséhez. A rendszerelemek a fizikai hálózat elemei, egyben távközlő-berendezések is. Ezért a részletes rendszertervezés során már a rendszerelemek fizikai megjelenésére, **konstrukciójára**, valamint a **telepítési követelményeire** vonatkozó elvárásokat is meg kell határoznunk. A rendszerelemek lehetnek hardver-és szoftver elemek, illetve ezek együttese.

A rendszerelemek követelményeit az alábbi csoportosításban határozzuk meg:

- A rendszer általános működési követelményeiből a rendszerelemre kiosztott átviteli vagy jelfeldolgozási követelmények (pl. beiktatási csillapítás, megengedett kiesés, zaj, stb.),
- Egyedi működési követelmények, (pl. jel processzálás, zavarkibocsátás stb.)
- Szoftver követelmények és
- A berendezések:
 - Felépítésére,
 - Elhelyezésére,
 - Üzemeltetésére
- Telepítésére vonatkozó konstrukciós, szállítási és építési környezeti követelmények.

Szoftver követelmények

Objektumorientált szemlélettel megközelítve egy távközlő rendszernek a szoftverei a berendezésekkel egyenértékű rendszerelemek, saját tulajdonságokkal, jellemzőkkel. A szoftver kiválasztásnak és a **szoftver követelmények** megfogalmazásának nagyon jelentős szerepe van az egész info-kommunikációs rendszer működése, minősége szempontjából. A távközlő rendszer szoftver elemeit és követelményeit a nagyvonalú és a részletes rendszertervek alapján, ugyanolyan részletességgel kell előírni, mint a berendezés konstrukciós előírásoknál is az már megszokott. A téma szakirodalmát és szabvány fedettségét a [C] hivatkozás bőségesen ismerteti.

A távközlő berendezések szoftverei nagyon gyakran szabványon alapulnak (például a protokollok), ekkor a részletes rendszerkövetelmény helyett elég a szabványra hivatkozni.

Az általános szoftver követelmények: hordozhatóság, könnyű használhatóság, újrafelhasználhatóság, pontosság, tesztelhetőség, fenntarthatóság, módosíthatóság (javító-, adaptáló-, tökéletesítő módosítás), megbízhatóság, hatásosság, integritás, végül a dokumentáltság mélysége.

A szoftver előírásnál a következő fő szempontokra kell tekintettel lenni:

- Milyen platformon működik a szoftver.
- Milyen szoftver rendszerekkel kell együttműködnie, melyek a szoftver interfész követelmények
- Elő kell írni a szoftver távfelügyelhetőségét, távletölthetőségét.

- Célszerű, ha a szoftver elég intelligens ahhoz, hogy felismerje és esetleg meg is akadályozza a téves vezérlési utasításokat. Egyes felmérések szerint a modern távközlő hálózatok kiesésének 40%-a ugyanis téves parancskiadásból ered.
- A szoftver megbízhatósága és a megbízhatóság biztosításának az elvart feltételei.
- Milyen a szoftver biztonsága (safety)
- Különös gonddal kell ügyelni a szoftver védettségére (security). A szoftvernek legyen olyan védelmi rendszere, mely a támadásokat felismeri, regisztrálja és esetleg el is hárítja. Ma legkockázatosabb üzemeltetési probléma a rosszindulatú támadások a távközlő rendszerek ellen. A sikeres támadások elsősorban erkölcsi kárt okoznak, hosszú távon azonban az előfizetők elpártolását eredményezhetik.
- Követeljük meg a szoftver-támogató szervezet meglétét. Ez gyakran többszintű szervezet, ami mindig 365 napos és 8760 órás szolgálatot adjon, azaz folyamatos segítséget biztosítson a rendszer üzemeltetőjének.
- Követeljük meg a szoftver üzemeltetők képzését is.

7.9.2.3. Üzemeltetési követelmények

Hálózatfelügyeleti alrendszer

A távközlőhálózat rendelkezzen **hálózatfelügyeleti alrendszerrel**. Az üzemeltetési rendszer tegye lehetővé a „távriasztásokat”, valamint a távdiagnosztikát, hibafelderítést és hibahely meghatározást, a hibás szakaszok forgalmának átirányítását más szakaszokra. Ezen túl a hibaelhárítást támogassa hibaelhárítási-feladat kiadó, és eredmény-visszajelentő rendszerekkel (pl. workflow programokkal.) Mérlegelni kell a hálózat üzemeltetés és a távközlő-rendszer kiépítés ütemezésének (a skálázásnak) a felügyeleti alrendszer kiépítésére gyakorolt hatását.

A távközlő-rendszer távfelügyeletéhez az szükséges, hogy minden rendszerelem illeszkedjék a hálózat-felügyeleti alrendszerhez. Elő kell írni a felügyeleti interfész típusát. A berendezéseknek is támogatniuk kell a távdiagnosztikát, távoli hibafelderíthetőséget, rendszeres üzemi tesztelést (észlelhető üzemszünet nélkül).

Használhatóság, megbízhatóság

A szolgáltatások használhatóságát a hálózat megbízhatósága befolyásolja. A kevésbé megbízható rendszerelemekből is létre lehet hozni, megfelelő

használhatóságú szolgáltató hálózatot, melegtartalékolással, kerülőutas hálózattal. A rendszerelemek megbízhatósága és a hálózat megbízhatóság összefüggéseit és tervezési szempontjait könyvünk 7.1 fejezete részletesen tárgyalja.

A rendszer felépítéséből és a szolgáltatás használhatósági követelményeiből általában számítható, kioszthatók a rendszerelemek, berendezések megengedett kiesési paraméter értékei. A berendezés megbízhatóság gazdasági kérdéseket is felvet, a megbízhatóbb berendezés gyakran drágább. Az egyes elemekre kiosztott megbízhatóságot az előfizetői igények mellett az üzemeltetési élettartam-költség szempontok is befolyásolják: olcsóbb az üzemeltetése az alacsonyabb kiesési gyakoriságú berendezésnek. A rendszertervezőnek módjában áll optimalizálni a teljes rendszer várható összköltségét a rendszerfelépítés módosításával (kerülőutak, tartalékolások stb.).

Számlázási alrendszer

Zöldmezős rendszer fejlesztéskor részletes számlázási rendszertervet is kell készíteni. Ennek részletei – értelemszerűen - csaknem megegyeznek az itt ismertetett távközlő-rendszer kiválasztási szempontokkal.

Már meglévő számlázási rendszer ismeretében azt írjuk elő, hogy az új távközlő-rendszer megfelelő interfésszel rendelkezzen a tarifa és számlázási alrendszerek felé.

7.9.2.4. Berendezések konstrukciós követelményei

Felépítés

A rendszerelemek szerkezeti felépítése vegye figyelembe a beépíthetőség szempontjait. A beépíthetőség távközlési technológiai épületekbe elsősorban gazdasági és üzembiztonsági szempontok alapján bírálható el. A beépíthetőség fontos jellemzője a szerelhetőség. Az üzemeltethetőséget, fenntarthatóságot támogatja a moduláris felépítés, az alkatrészek könnyű cserélhetősége, az elemek elrendezése, megközelíthetősége, stabilitása, felboríthatóság elleni védelme. A kábelek elhelyezési lehetőségét a távközlési épületekben és az előfizetőnél is elő kell írni. Fontos szempont a hűtőblokk felépítése, és illeszkedése az épület

klimatizáláshoz. Az előfizetőnél elhelyezett hálózatelemeknek a fentiekén túl fokozott biztonsági és esztétikai követelményeket is teljesíteniük kell.

A távközlési épület beruházás igényét csökkenthetjük a berendezések kis méretével, a megfelelő alakjával (szélesség mélység magasság arányok), a kis súly- és padlóterheléssel. Ugyanakkor tisztában kell lenni azzal, hogy a kisebb méretű berendezésben a térfogategységre eső fajlagos disszipált hő nagyobb lehet, ami fokozott hűtési igénnyel járhat.

Az előfizetőnél elhelyezett hálózatzávzódttető (termination) berendezések is legyenek lehetőleg minél kisebb méretűek és védettek a környezeti behatások ellen.

A távközlési épületekben a berendezések jól védettek. A közterületen, szabadterben és az előfizető közelében elhelyezett berendezések burkolatával szemben viszont szigorú védelmi követelményeket kell érvényesíteni: ütés, csepegő víz, por, rovarok és illetéktelen behatolás, feltörés, illetéktelen vonalhasználat ellen nyújtson védelmet.

Környezetállóság

A rendszerelemnek előírászerűen kell működnie az elhelyezési helyszínen. A kiválasztás szempontja, hogy a berendezések tűrjék az üzemi környezeti feltételeket épületen belüli klimatizált vagy nem klimatizált térben, szabadtéri és földalatti, stabil vagy mobil elhelyezés esetén is. Elő kell írni a berendezések környezetállóságát szállítás, tárolás közben is. A környezetállóságot szabványokra hivatkozva lehet a legegyszerűbben előírni. Az európai klíma viszonyokra környezetállósági követelmény választékot állított össze az ETSI 300 019 szabvány sorozat, mely a közismert IEC 723 szabvány sorozat választékát szűkíti. A szabványok a környezeti hő és légállapot (napsütés, működés hőcsapdában stb.), mechanikai-, légköri-, biológiai behatások, vegyi hatások (talajvíz és gázok és szennyezők stb.) követelményeire adnak ajánlást.

Környezetvédelmi szempontok

Ma már nagyon erős a társadalmi elvárás annak érdekében, hogy a távközlő-rendszer szabadban elhelyezett berendezései tájba illeszkedők legyenek. A berendezéseket lehetőleg nemlátható helyre kell telepíteni, de ha ez nem lehetséges, pl. rádiós berendezéseknél, akkor álcázott burkolatú berendezést kell

választani. Fontos kiválasztási szempont az, hogy a telepítés és az üzemeltetés során csekély legyen a szennyező hulladék mennyiség. A rendszer elemek nem tartalmazhatnak radioaktív anyagot (pl. ionizátorban sem), a szerelési hulladék nem lehet mérgező, de a nagyfrekvenciás jelkibocsátás (sugár veszély) is fontos környezetvédelmi szempont lehet.

EMC

Az elektromágneses összeférhetőséget szabványok és jogszabályok írják elő. Hazánkban a Gazdasági miniszter rendeletében felsorolt zavar-kibocsátási szabványokat kell teljesítenie a berendezéseknek. A rendszerelemeknek a zavar érzékenységet is elő kell írni a szabványokkal összhangban, mégpedig az elhelyezési környezet kívánalmai szerint. Az elektromágneses zavarok a távközlési és az energiaellátó interfészeken is behatolnak, illetve azokon át kijuthatnak, ezért EMC előírásokat minden ilyen interfészre érvényesíteni kell. A kiválasztás fő szempontjai: zavarérzékenység (sugárzott, vezetett / kis-, nagyfrekvenciás), zavarkibocsátás (sugárzott, vezetett / kis-, nagyfrekvenciás, modulált), kisülések elleni védelem, gyors tranziensek (burst) és lökések (surge) elleni védelem.

Energiafogyasztás, -ellátás

Az energia egyre drágul, és az informatikai rendszerek napi használati ideje nő az on-line szolgáltatások terjedése miatt. Ezért egyre fontosabb kiválasztási szempont a kis energiafogyasztás. A rendszerelem energia igénye illeszkedjék a hálózat meglévő energiaellátó lehetőségeihez a távközlési épületekben, központokban, a hozzáférési szakaszon (egyenáramú ellátás, távtáplálás) és az előfizetői telephelyén (kisfeszültségű váltóáramú ellátás). Az energia ellátó interfész követelményeit a meglévő energiaellátó rendszer ismeretében írjuk elő. Ezek:

Tápfeszültség értékek, működés normál és szabványon kívüli feszültségtartományokban, feszültség-szabályozás, energia felvétel. Ezen túl elő kell írni az említett EMC zavar elleni védelmet (zaj kibocsátás, zaj elleni védelem), továbbá a tranzienst zavarok elleni védelemet (pl. villámvédelem), távdiagnosztizálhatóságot, érintésvédelemet.

Itt különösen figyelni kell az előfizetőnél elhelyezett rendszerelemek (NTU, végberendezés) szünetmentes energia ellátására. A végberendezések lehetnek

távtáplálásúak a szolgáltató hálózatról, vagy helyi táplálásúak. Az utóbbi esetben az előfizetői igények és a törvényes előírások alapján kell a szükséges szünetmentes energia ellátást megkövetelni. Figyelemmel kell lenni arra, hogy az energia költség az előfizetőt vagy a szolgáltatót terheli-e.

Földelés

Távközlési épületben telepített berendezéseknek az érvényes nemzeti földelési szabvány követelményeit kell teljesíteni. Az előfizető telephelyén, régi építésű lakóházakban gyakoriak az elavult földelési megoldások és többféle földelési rendszer üzemel az ország különböző tájain. Ezért célszerű megkövetelni, hogy az előfizető telephelyén működő berendezéseknek több földelési rendszerhez illeszkedő változata legyen, ne kelljen a szolgáltatónak a rendszer létesítésekor az előfizetői épület földelését átépítenie.

Hűtés

A berendezés által disszipált energia olyan hőmérsékletemelkedést okozhat, mely az előírt működést veszélyezteti. Ezért a használhatóságot befolyásoló fontos szempont a megbízható hűtőrendszer kialakítása. A hűtés jelentős energiát fogyaszt, ezért figyelni kell a hűtési rendszer gazdaságosságára is. Ha ismertek az elhelyezési körülmények, meg kell követelni, hogy a berendezés hűtő rendszere illeszkedjék az épület hűtő rendszeréhez.

Biztonsági szempontok

A távközlő központ épületekben és építményekben de különösen az előfizető telephelyén, lakásában elhelyezett rendszerelemeknek a biztonsági - élet, egészség, vagyoni kár elleni védelmet szolgáló - jellemzőit általában kötelezően betartandó szabványok írják elő. Ezek:

- Villamos biztonsági szempontok, pl.: Érintésvédelem
- Burkolatok felületi hőmérséklete
- Burkolat alakja: mechanikusan sérülést ne okozzon
- A tűzvédelemmel kapcsolatos előírások:
 - berendezés tűzállósága, és
 - tűzveszélyessége (=tűz okozó képessége)

- nagyméretű berendezés elemei között tűzhatárolás megléte

A sugárzott energia veszélyessége és a sugárzás leárnyékolása. Követelmény az, hogy lézer ne juthasson a szembe, de árnyékolni kell a nagyfrekvenciás kisugárzás ellen is.

Szállítási, csomagolási követelmények

A rendszergyártótól követeljük meg, hogy berendezésének mérete, súlya, kialakítása tegye minél könnyebbé a berendezés helyszínre szállítását, helyére emelését telepítéskor. A „szállítás állóság”-ot mint a szállítástűrő képességet a környezetállósági szempontok között említettük. Csomagolástól elvárjuk, hogy a csomagolóanyag ne legyen környezetszennyező, és megfelelően védje a berendezést, alkatrészt stb. a környezeti hatásoktól. Érzékeny tartalék egységek pótalkatrészek csomagolása elektromágneses zavarok ellen is védje a terméket. A csomagolásnak tartalmazni kell az azonosító címkéket.

7.9.3. Egyéb szempontok

Üzemeltetés, karbantartás támogatása

A rendszer üzemeltetését akár a tulajdonos, akár a szállító, vagy más partner végezheti. Ezt a munkát a szállító szaktanácsadással, tartalék anyag-, eszköz-, berendezés szállítással, javító műhellyel, raktárakkal, távfelügyelettel, rendszertámogató központ üzemeltetésével segítheti. A műszakilag megfelelő rendszerek közül azt célszerű választani, melynek szállítója a legelőnyösebb kiszolgálást kínálja, lehetőleg a szállított rendszer egész működőképes élettartama során. A megkívánt működőképes élettartamot a vásárló meghatározhatja, a szállítóval szerződésben rögzítheti.

Oktatási, képzési követelmények

A távközlési, informatikai rendszerek működése egyre bonyolultabb. A kiválasztás során ügyelni kell, hogy a szállító kiképezze az üzemeltetésben dolgozókat, sőt megfelelő ismertetőket, leírásokat szállítson az előfizetők számára is. Itt kell megemlíteni a rendszerelemek megfelelő dokumentációjának megkövetelését is.

A gyártó, szállító minősége

A törvény szerint a vásárló felelős az általa beszerzett rendszer minőségéért. Ez a felelősség nem hárítható át a gyártóra, szállítóra. A távközlő-rendszerek tehát olyan minőségű gépekből, szoftverekből és más rendszerelemekből épülnek, melyek minőségéért a távközlési szolgáltató (vásárló, hálózattulajdonos) felel. A vásárolt áruk minőségét a beszállítói minőségügyi rendszerek működtetése biztosítja, ami a gyártó minősítését is magában foglalja. Ennek ismertetése nem tárgya könyvünknek, további tanulmányozására az ISO 9000 szabványsorozat és a bőséges szakirodalom ajánlható. (Pl.: D)

7.9.4. A rendszerválasztás kockázatai

Az alábbiakban nem törekedhetünk teljességre, csak néhány jelentős kockázati tényezőre hívjuk fel a figyelmet. A kockázatok csökkentése céljából, a vásárló átfogó kockázatelemzés után a rendszerválasztás irányelveire útmutatót, vagy szabályokat alakíthat ki.

Ha a tervezőnek nem kiforrottak az elképzelései, mert nagyon innovatív rendszert keres, amire az adott időpontban nincs szabványos megoldás, akkor a választás kockázata nő. Előfordulhat, hogy a jövőben a műszaki fejlődés más irányba fordul, és a kiválasztott rendszer nagyon hamar elavul. A szabványon kívüli rendszerek üzemeltetése, továbbfejlesztése, kiegészítése is mindig költségesebb, mint az elterjedt szabványokon alapuló rendszereké.

A rendszerválasztás egyben legtöbbször a szállító, gyártó kiválasztását is jelenti és a vásárlónak viszonylag hosszú távú elkötelezettségét eredményezi a gyártóhoz és rendszereihez. Ezért nagy gazdasági kockázatot jelent a szállító partner megfelelő megválasztása. A választott rendszer üzemeltetése, fenntartása, javítása nagymértékben függ a tartalék és pótalkatrész ellátástól, a szállító vevőszolgálatától. Hasonlóan gondolni kell a rendszer műszaki továbbfejlesztésének később felmerülő szükségére. Nem megfelelő szállító választásakor tetemes többlet költséget okozhat a gyártó műszaki lemaradása, vagy megszűnése, a más céggel történő utólagos ráfejlesztetés. A rendszerválasztás szempontja tehát az is, hogy a gyártó jól kvalifikált, tőkeerős cég-e vagy sem.

A nem megfelelő követelmény-megadás jelentős vásárló oldali kockázatot hordoz. A követelmények nem megfelelősége többféle lehet. Nem adunk elegendő követelményt, vagy a szükségesnél több paramétert írunk elő; nem elég szigorú-, esetleg túlzottan szigorú követelményt érvényesítünk a rendszer kiválasztásakor. Különösen a rendszer szoftver elemeinek megfelelő előírása / kiválasztása fontos, mert a korszerű rendszerek működési hibáinak egyre nagyobb hányada ered a szoftver hibákból. Az alul specifikált rendszer vásárlásakor előfordulhat, hogy nem veszünk meg később fontosnak minősülő funkciókat, vagy éppen fordítva, lehetséges, hogy felesleges rendszertudást is vásárolunk, ami ár és költségtöbbletet okoz, de hasznosítani nem tudjuk. A specifikációs kockázatot értékelemzéssel lehet csökkenteni.

Ha a beszerzési árak túlzott súlyt adunk a kiválasztás szempontjai között, előfordulhat, hogy olcsó, de műszakilag nem a legmegfelelőbb rendszert választjuk, ami funkcióját nem tölti be, és/vagy nem jól illeszkedik más, meglévő rendszerekhez.

7.9.5. A versenyeztetés

A közcélú távközlő-rendszerek elemeinek kiválasztására és a hálózatok létesítésére a törvény versenyeztetési eljárást ír elő. Adott szolgáltatás infrastruktúráját műszaki és gazdasági szempontok mérlegelése alapján kell megválasztani. Az ajánlatkérés során a vásárló gazdasági és a fentebb ismertetett műszaki igényeit fogalmazza meg.

Az ajánlatok kiértékelése

A közbeszerzési törvény kellő rugalmasságot enged meg a hálózat létesítőnek, aki nem kizárólag a rendszer ára alapján választhat. A törvény nem kötelezi az ajánlatkérőt arra, hogy a meglévő rendszereihez nem illeszkedő, vagy elavult rendszereket vásároljon, akkor sem, ha ezek ára a legkedvezőbb. Az ilyen, műszakilag alkalmatlan rendszerek kiválasztásának elkerülésére különféle értékelési módszerek léteznek. Az egy ismert eljárás során két ajánlati fordulót rendeznek. Az elsőben a vásárlók a rendszerrel kapcsolatos műszaki-gazdasági igényeiket fogalmazzák meg. A műszakilag alkalmas ajánlatokat kiválasztják és a legmegfelelőbb szállítóktól kérnek árajánlatot. Ezeket újabb fordulóban értékelik.

Az élettartamköltség

A legelterjedtebb eljárás során a műszaki-gazdasági és az árajánlatok kiértékelése egy fordulóban zajlik. Fontos, hogy az ajánlatok értékelésekor helyes súlyozási arányt alakítsuk ki a rendszer ára és műszaki képességei között. A gazdasági szempontok mérlegelésekor nem a rendszer beszerzési árát, hanem az egész működési élettartama során ráfordítandó karbantartási, javítási költségeket és a beszerzési árát együttesen figyelembevevő **élettartamköltséget** célszerű összehasonlítani. Az élettartamköltség ugyan jelentősen függ a szolgáltató (vásárló) szervezettségétől, hatékonyságától, de az nyilvánvaló, hogy ugyanaz a hálózatüzemeltető a különböző rendszerek üzemeltetésekor azonos gazdasági alapon végzi az összehasonlítást. (Belátható, hogy a kisebb karbantartás-igényű rendszer élettartamköltsége is kisebb.)

Irodalomjegyzék

[7.9.1] (Informatikai tankönyv)

[7.9.2] Távközlő Rendszerek megbízhatósága. Szótár, értelmező szótár. Híradástechnikai tudományos egyesület 1974

[7.9.3] Magee, Tripp: Guide to software engineering standards and specifications (Artech House, Boston 1997)

[7.9.4] Ince, D.: ISO 9001 and Software Quality Assurance, McGraw-Hill, 1994

[7.9.5] Távközlő hálózatok és informatikai szolgáltatások (jelen könyv) 7.8. fejezete