# Fejezet 6: Statikus forgalomirányítás

# Statikus forgalomirányítás

## Bevezetés

A forgalomirányítás, azaz az információ eljuttatása egy hálózaton keresztül a forrástól a célig, minden adathálózat legfontosabb feladata. Az adatok hálózatról hálózatra történő továbbítását a forgalomirányítók végzik.

A forgalomirányítók a távoli hálózatokat dinamikus irányító protokollok vagy kézzel beállított statikus útvonalak segítségével tanulják meg. Sok esetben a forgalomirányítók egyszerre mindkettőt alkalmazzák. Ez a fejezet a statikus forgalomirányítással foglalkozik.

A statikus útvonalak használata igen gyakori és alkalmazásuk nem jár akkora feldolgozási kapacitással és terheléssel, mint dinamikus irányító protokollok esetén.

A fejezetben példa hálózatokon keresztül mutatjuk be az IPv4 és IPv6 statikus útvonalak konfigurálását és a hozzá kapcsolódó hibaelhárítási módszereket. Ennek során számos különböző IOS-parancsot és parancskimenetet vizsgálunk meg. Megismerkedünk a közvetlenül csatlakozó hálózatokat és statikus útvonalakat is tartalmazó irányítótáblával.

A fejezetben összehasonlítjuk az osztály alapú és a széles körben elterjedt osztály nélküli forgalomirányítási megoldásokat is. Megismerjük az osztály nélküli, körzetek közötti forgalomirányítást (CIDR) és a változó hosszúságú alhálózati maszkok (VLSM) alkalmazását. A CIDR és a VLSM alhálózatok létrehozásával és útvonal-összegzéssel segítette az IPv4-címtér hatékonyabb kihasználását.

# Statikus forgalomirányítás

## Bevezetés

**Feladat -** **Melyik úton menjünk?**

Egy hatalmas sportesemény zajlik a városunkban. Annak érdekében, hogy időben a sportcsarnokhoz érjünk és ne maradjunk le semmiről, egy részletes útitervet készítünk.

Két lehetséges útvonalon mehetünk a csarnokhoz:

* **Autópálya** - Könnyen követhető az útvonal és nagy a megengedett haladási sebesség.
* **Alternatív, közvetlen út** - Ezt az útvonalat a térképen találtuk. A forgalmi viszonyoktól, mint például a forgalom mértékétől és a torlódástól függően ez lehet az út, amin időben a csarnokhoz érünk.

Vitassuk meg a lehetőségeket egy társunkkal! Válasszuk ki azt az útvonalat, amelyen időben a sportcsarnokhoz érünk.

Figyelembe véve a hálózati forgalmat, melyik útvonalat választanánk egy kis- és közepes vállalkozás adatkommunikációjának továbbításához? A leggyorsabbat és legegyszerűbbet vagy az alternatív közvetlen útvonalat? A választásunkat indokoljuk.

Oldjuk meg a pdf-ben leírt feladatot és készüljünk fel arra, hogy az osztály vagy másik csoport előtt megindokoljuk a válaszainkat.

[Csoportos feladat - Which Way Should We Go? Instructions](https://contenthub.netacad.com/legacy/RSE/5.02/hu/course/files/6.0.1.2%20Which%20Way%20Should%20We%20Go%20Instructions.pdf)

# Statikus forgalomirányítás megvalósítása

## Statikus forgalomirányítás

Egy forgalomirányító a távoli hálózatokat kétféleképpen ismerheti meg:

* **Kézzel megadva** - A távoli hálózatok statikus útvonalként, manuálisan megadva kerülnek az irányítótáblába.
* **Dinamikusan** - A távoli hálózatokról a forgalomirányító egy dinamikus irányító protokoll segítségével értesül.

Az 1. ábrán egy statikus forgalomirányítási példa, a 2. ábrán pedig az EIGRP dinamikus irányító protokoll működése látható.

A hálózati rendszergazda manuálisan konfigurálhat egy adott hálózathoz statikus útvonalat. A dinamikus forgalomirányító protokollok működésével ellentétben a statikus útvonalak a hálózati topológia változásakor nem frissülnek automatikusan, minden esetben kézzel kell őket újra beállítani. A statikus útvonalak mindaddig nem változnak, amíg a rendszergazda újra nem konfigurálja őket.

# Statikus forgalomirányítás megvalósítása

## Statikus forgalomirányítás

A statikus forgalomirányítás előnyei a dinamikussal szemben:

* A statikus útvonalakat a forgalomirányítók nem hirdetik a hálózaton, így biztonságosabbak.
* A statikus útvonalak kevesebb sávszélességet használnak, mint a dinamikus forgalomirányító protokollok, valamint az útvonalak meghatározásához és hirdetéséhez nem igényelnek CPU kapacitást.
* Az adattovábbításhoz használt útvonal előre ismert.

A statikus forgalomirányítás hátrányai:

* A kezdeti konfiguráció és a karbantartás időigényes.
* A konfiguráció hibaérzékeny, különösen nagyobb hálózatok esetében.
* A megváltozott irányítási információk kezeléséhez a rendszergazda beavatkozására van szükség.
* A hálózatok növekedésével az útvonalak karbantartása nehézkessé válik.
* A megfelelő működéshez a teljes hálózat ismeretére szükség van.

Az ábrán a dinamikus és statikus forgalomirányítás tulajdonságainak összehasonlítása látható. Figyeljük meg, hogy ami az egyik módszer előnye, az a másiknak hátránya.

A statikus útvonalak olyan kisebb hálózatok esetén alkalmazhatók hatékonyan, amelyek egyetlen kijárattal rendelkeznek egy külső hálózat felé. Ezen felül nagyobb hálózatokban is biztonságosan alkalmazhatók fokozott biztonságot igénylő forgalom vagy összeköttetés esetén. Fontos megérteni azt, hogy a statikus és dinamikus forgalomirányítás alkalmazása nem zárja ki egymást. Sőt a legtöbb esetben a hálózatok egyszerre mindkettőt alkalmazzák. Ennek eredményeként egy forgalomirányító statikus és dinamikusan megtanult útvonalakat is ismerhet egy adott célhálózathoz. Mivel egy statikus útvonal adminisztratív távolsága (administrative distance, AD) 1, így elsőbbséget élvez minden dinamikusan megtanult útvonallal szemben.

# Statikus forgalomirányítás megvalósítása

## Statikus forgalomirányítás

A statikus forgalomirányítás három alapvető felhasználási területe:

* Olyan kisméretű hálózatok esetén, amelyek várhatóan nem növekednek meg jelentősen, így az irányítótáblák karbantartása egyszerűen elvégezhető.
* Forgalomirányítás egy véghálózat irányába és vissza. A véghálózat olyan hálózat, ahonnan csak egy út vezet az egyetlen szomszéd hálózat felé.
* Olyan hálózatok irányába vezető egyszerű alapértelmezett útvonal használatakor, amely nem egyezik meg az irányítótábla egyetlen másik útvonalával sem. Az alapértelmezett útvonalak segítségével a forgalom bármilyen, a szomszédos forgalomirányítón túli célhálózat felé továbbítható.

Az ábrán egy véghálózati kapcsolatra és egy alapértelmezett útvonalra láthatunk példát. Figyeljük meg, hogy bármely R1-hez csatlakozó hálózat egyetlen kijárattal rendelkezik más hálózatok, így az R2-höz kapcsolódó vagy még távolabbi hálózatok felé is. Ez azt jelenti, hogy a 172.16.3.0 hálózat egy véghálózat, R1 pedig egy véghálózati forgalomirányító. R1 és R2 forgalomirányítók között egy dinamikus irányító protokoll működése felesleges erőforrásokat foglalna le.

R1 helyi hálózata a példában az R2 forgalomirányítón konfigurált statikus útvonallal érhető el. Mivel R1 csak egyetlen irányba tudja a nem helyi forgalmat továbbítani, így rajta egy olyan alapértelmezett statikus útvonal adható meg, amely minden más hálózat felé az R2-t adja meg következő ugrásnak.

# Statikus forgalomirányítás megvalósítása

## A statikus útvonalak típusai

Ahogy az ábrán is látható a statikus útvonalak leggyakrabban egy bizonyos hálózat csatlakoztatására vagy egy véghálózat végső átjárójaként szolgálnak. Továbbá alkalmazhatók még:

* A hirdetett útvonalak csökkentésére azáltal, hogy számos folytonos hálózatot egyetlen statikus útvonallá fognak össze.
* Tartalék útvonalként az elsődleges kapcsolat kiesése esetén.

A fejezet a következő IPv4 és IPv6 statikus útvonalakat tárgyalja:

* hagyományos statikus útvonal,
* alapértelmezett statikus útvonal,
* összevont statikus útvonal,
* lebegő statikus útvonal.

# Statikus forgalomirányítás megvalósítása

## A statikus útvonalak típusai

Az IPv4 és az IPv6 is támogatja a statikus útvonalak használatát. Statikus útvonalak alkalmazásával egy-egy konkrét távoli hálózat elérésére válik lehetővé.

Az ábrán látható, hogy az R2 forgalomirányítón egy statikus útvonal beállításával érhető el a 172.16.3.0/24 véghálózat.

**MEGJEGYZÉS**: A példában csak egy véghálózat van megjelölve, de a statikus útvonalak valójában tetszőleges hálózat elérésére alkalmasak.

# Statikus forgalomirányítás megvalósítása

## A statikus útvonalak típusai

Az alapértelmezett statikus útvonal egy olyan útvonal, amely minden csomagra illeszkedik. Ezen felül meghatározza azt az átjáró IP-címet is, ahova a forgalomirányító minden olyan csomagot elküldhet, amelyekhez nem tartozik sem megtanult, sem pedig statikus útvonal. Az alapértelmezett útvonal lényegében egy 0.0.0.0/0 IPv4-célcímmel megadott statikus útvonal. Az alapértelmezett útvonal beállítása egy végső átjárót (Gateway of Last Resort) hoz létre.

**MEGJEGYZÉS**: Minden olyan útvonal, amely egy bizonyos célt nagyobb alhálózati maszkkal határoz meg, előnyt élvez az alapértelmezett útvonallal szemben.

Alapértelmezett statikus útvonalakat abban az esetben használják, ha:

* Egyetlen útvonal sem felel meg az irányítótáblában a csomag cél IP-címének, más szóval, ha nincs jobb egyezés. Gyakran alkalmazzák például vállalatok határ forgalomirányítóinak internetszolgáltatóhoz csatlakoztatásakor.
* Ha egy forgalomirányító csak egyetlen másik forgalomirányítóhoz csatlakozik. Ebben az esetben egy véghálózati forgalomirányítóról (stub router) beszélünk.

Az ábrán az alapértelmezett statikus útvonal alkalmazására látható egy példa.

# Statikus forgalomirányítás megvalósítása

## A statikus útvonalak típusai

Az irányítótábla bejegyzések számának csökkentése érdekében több statikus útvonal egyetlen statikus útvonallá vonható össze, ha:

* A célhálózatok folytonosak és egyetlen összevont hálózati címmel azonosíthatók.
* Mindegyik statikus útvonal ugyanazt a kimenő interfészt vagy következő ugrás IP-címet használja.

Az ábrán lévő R1 forgalomirányítónak a 172.20.0.0/16 - 172.23.0.0/16 hálózatok eléréséhez négy külön statikus útvonalra lenne szüksége. Helyettük viszont egyetlen összevont statikus útvonal megadásával is biztosítható a hálózatokhoz történő kapcsolódás.

# Statikus forgalomirányítás megvalósítása

## A statikus útvonalak típusai

A statikus útvonalak egy másik típusa a lebegő statikus útvonal. Ezek olyan statikus útvonalak, amelyek egy elsődleges statikus vagy dinamikus kapcsolat hibája esetén tartalék útvonalakat biztosítanak. A lebegő statikus útvonalat a forgalomirányító csak az elsődleges útvonal kiesése esetén használja.

Az előbb említettek miatt a lebegő statikus útvonal nagyobb adminisztratív távolsággal rendelkezik, mint az elsődleges útvonal. Emlékeztetőül az adminisztratív távolság egy útvonal megbízhatóságát mutatja. Ha a célállomáshoz több útvonal is vezet, akkor a forgalomirányító a legkisebb adminisztratív távolsággal rendelkező utat választja.

Példaként tegyük fel, hogy a rendszergazda lebegő statikus útvonalat szeretne konfigurálni egy EIGRP által megtanult útvonal tartalékaként. Ebben az esetben a lebegő statikus útvonalat az EIGRP-nél nagyobb adminisztratív távolsággal kell konfigurálni. Az EIGRP adminisztratív távolsága 90. Ha a lebegő statikus útvonalat 95-ös adminisztratív távolsággal konfiguráljuk, akkor a hálózat az EIGRP által dinamikusan megtanult útvonalat részesíti előnyben. Ha az EIGRP útvonal kiesik, akkor helyette a lebegő statikus útvonal kerül használatba.

Az ábrán látható Branch forgalomirányító jellemzően minden forgalmat a privát WAN hálózaton keresztül továbbít a HQ forgalomirányítóhoz. A példában a forgalomirányítók az irányítási információikat EIGRP-protokoll segítségével cserélik ki. Egy 91 vagy nagyobb adminisztratív távolsággal létrehozott lebegő statikus útvonal tartalék útvonalként működik. Ha a privát WAN-kapcsolat kiesik és az EIGRP-útvonal eltűnik az irányítótáblából, akkor a lebegő statikus útvonal válik a legjobb úttá a HQ LAN eléréséhez.

# Statikus és alapértelmezett útvonalak konfigurálása

## IPv4 statikus útvonalak konfigurálása

A statikus útvonalak megadása az **ip route** globális konfigurációs paranccsal történik. A parancs szintaxisa:

Router(config)# **ip route** *hálózati-cím alhálózati-maszk* { *IP-cím* | *interfész-típus interfész-szám* [ *IP-cím* ]} [ *távolság* ] [ **name** *név* ] [ **permanent** ] [ **tag** *címke* ]

Statikus útvonal létrehozásához a következő paraméterek szükségesek:

* *hálózati cím* - Az irányítótáblába kerülő távoli célhálózat hálózati címe, vagy röviden csak előtagja.
* *alhálózati maszk* - Az irányítótáblába kerülő távoli hálózat alhálózati maszkja, vagy röviden csak maszkja. Az alhálózati maszk hálózatok egy csoportjának összevonása esetén módosítható.

A következő paraméterek közül egy vagy mindkettő használata szükséges:

* *IP-cím* - Annak a kapcsolódó forgalomirányítónak az IP-címe, amelyen keresztül a csomagokat a távoli hálózat felé továbbítani kell. Rendszerint következő ugrásként hivatkozunk rá.
* *kimenő interfész* - A kimenő interfészen kell a csomagokat a következő ugrás felé továbbítani.

Az ábrán a parancs leggyakrabban használt szintaxisa látható: **ip route** *hálózati-cím alhálózati-maszk* {*IP-cím* | *kimenő-interfész*}.

A *távolság* paraméter segítségével hozható létre lebegő statikus útvonal. Ehhez az adminisztratív távolság értékét egy dinamikusan megtanult útvonalénál nagyobbra kell állítani.

**MEGJEGYZÉS**: A többi paraméter a CCNA tananyagnak nem része.

# Statikus és alapértelmezett útvonalak konfigurálása

## IPv4 statikus útvonalak konfigurálása

Az első három ábrán az R1, R2 és R3 forgalomirányítók irányítótáblái láthatók. Figyeljük meg, hogy mindegyik irányítótáblában csak a közvetlenül csatlakozó útvonalak bejegyzései és a hozzá tartozó helyi címbejegyzések szerepelnek. Egyik forgalomirányító sem ismeri a közvetlenül csatlakozó interfészein kívüli hálózatokat.

Például R1 az alábbi hálózatokat nem ismeri:

* 172.16.1.0/24 - R2 LAN
* 192.168.1.0/24 - Soros kapcsolat R2 és R3 között
* 192.168.2.0/24 - R3 LAN

A 4. ábrán az R1-ről R2-re küldött sikeres ping látható. Az 5. ábra R3 helyi hálózatába küldött sikertelen ping kimenetét mutatja. Ez annak köszönhető, hogy R1 irányítótáblájában nincsen bejegyzés R3 helyi hálózatához.

A következő ugrás megadható IP-címmel, kimenő interfésszel vagy mindkettővel. A cél meghatározásától függően az alábbi három útvonal típus egyike jön létre:

* **Következő ugrás útvonal** - Csak a következő ugrás IP-címe van megadva.
* **Közvetlenül csatlakozó statikus útvonal** - Csak a forgalomirányító kimenő interfésze van megadva.
* **Teljesen meghatározott statikus útvonal** - A következő ugrás IP-címe és a kimenő interfész is meg van adva.

# Statikus és alapértelmezett útvonalak konfigurálása

## IPv4 statikus útvonalak konfigurálása

Következő ugrás címmel megadott statikus útvonal esetében csak a következő ugrás IP-címe van meghatározva. A kimenő interfészt a forgalomirányító a következő ugrásból határozza meg. Az 1. ábrán például az R1 forgalomirányítón három következő ugrás címmel megadott statikus útvonal konfigurációja látható, amelyek mindegyike az R2, mint következő ugrás IP-címével vannak megadva.

Mielőtt a forgalomirányító egy csomagot továbbítana, meg kell állapítania a továbbításhoz szükséges kimenő interfészt az irányítótábla keresési folyamatából. Ezt nevezzük útvonal meghatározásnak. Az útvonal meghatározási folyamat a forgalomirányítón alkalmazott csomagtovábbítási eljárástól függően változhat. 12.0 vagy újabb IOS esetén az alapértelmezett csomagtovábbítási eljárás a CEF (Cisco Express Forwarding).

A 2. ábrán a CEF engedélyezése nélküli alap csomagtovábbítási folyamat látható R1 irányítótáblájában. Ebben az esetben, ha egy 192.168.2.0/24 hálózatba tartó csomag érkezik R1-hez, akkor:

1. R1 egyezést keres a célhálózattal az irányítótáblájában és az 1-es számmal megjelölt sor alapján meghatározza, hogy a csomagokat a 172.16.2.2 IPv4-című következő ugrásnak kell küldenie. Minden olyan útvonal esetében, amely csak egy IPv4 következő ugrás címre hivatkozik és kimenő interfészre nem, az IPv4-címhez egy kimenő interfészt is meg kell határozni az irányítótáblából.

2. R1-nek meg kell határoznia, hogy miként éri el a 172.16.2.2 IP-címet, ezért újabb egyezést keres az irányítótáblájában a 172.16.2.2 címmel. A keresés eredményeként a forgalomirányító megtalálja a 2-es számmal megjelölt közvetlenül csatlakozó 172.16.1.0/24 hálózatot a Serial 0/0/0 kimenő interfésszel. A forgalomirányítónak a csomagot ezen az interfészen kell kiküldenie.

A csomagok 192.168.2.0/24 hálózatba küldéséhez így két irányítótábla keresésre van szükség. Ha a forgalomirányító egy csomag továbbítása előtt több irányítótábla keresést hajt végre, akkor rekurzív keresési folyamatról beszélünk. Mivel az ilyen rekurzív keresések forgalomirányító erőforrást foglalnak le, így használatuk lehetőség szerint kerülendő.

Egy rekurzív statikus útvonal csak abban az esetben érvényes, azaz akkor kerülhet be az irányítótáblába, ha a megadott következő ugrás címhez közvetve vagy közvetlenül egy érvényes kimenő interfész rendelhető hozzá.

**MEGJEGYZÉS**: A CEF az adatterületen tárolt két központi adatstruktúra alkalmazásával biztosítja az optimalizált keresést és így a hatékony csomagtovábbítást is. Ezek az irányítótábla másolatát tartalmazó FIB (Forwarding Information Base), és a második rétegbeli címinformációkat tartalmazó szomszédsági tábla. A két táblában található információk segítségével nincs szükség rekurzív keresésre. Más szóval, ha a forgalomirányítón a CEF engedélyezett, akkor egy következő ugrás címmel megadott statikus útvonal esetén egyetlen irányítótábla keresés is elegendő.

A 3. és 4. ábrán lévő parancsszimulátorban hozzunk létre R2 és R3 forgalomirányítókon következő ugrás címmel megadott statikus útvonalakat, majd ellenőrizzük is le őket.

# Statikus és alapértelmezett útvonalak konfigurálása

## IPv4 statikus útvonalak konfigurálása

Statikus útvonal létrehozásakor a következő ugrás cím helyett lehetőség van a kimenő interfész megadására is. A korábbi, CEF-et nem használó IOS verziók esetében ezzel oldható meg a rekurzív keresés problémája.

Az 1. ábrán három kimenő interfésszel megadott, közvetlenül csatlakozó statikus útvonal beállítása látható az R1 forgalomirányítón. A 2. ábrán R1 irányítótáblája azt mutatja, hogy egy 192.168.2.0/24 hálózat felé küldött csomag esetében R1 egyezést keres és ennek eredményeként meghatározza, hogy a csomagot a Serial 0/0/0 interfészén kell kiküldenie. További keresésre nincs szükség.

Figyeljük meg, hogy az irányítótáblában miben különbözik a kimenő interfésszel és a rekurzív módon megadott bejegyzés.

Kimenő interfésszel megadott, közvetlenül csatlakozó statikus útvonal esetén a kimenő interfész két keresés helyett eggyel megtalálható. Bár az irányítótábla bejegyzés "directly connected", azaz közvetlenül csatlakozó, a statikus útvonal adminisztratív távolsága 1. Kizárólag a közvetlenül csatlakozó interfész adminisztratív távolsága lehet 0.

**MEGJEGYZÉS**: Pont-pont összeköttetéseknél a statikus útvonalakhoz a kimenő interfész és a következő ugrás címe is használható. Többpontos/üzenetszórásos interfészek esetében célszerű a statikus útvonalakat következő ugrás címmel megadni.

A 3. és 4. ábrán lévő parancsszimulátor használatával hozzunk létre az R2 és R3 forgalomirányítókon közvetlenül csatlakozó statikus útvonalakat, majd ellenőrizzük is le őket.

Bár a pont-pont hálózatokban gyakran alkalmazzák a kimenő interfésszel megadott statikus útvonalakat, az alapértelmezett CEF csomagtovábbítási mechanizmus szükségtelenné teszi ezt.

# Statikus és alapértelmezett útvonalak konfigurálása

## IPv4 statikus útvonalak konfigurálása

**Teljesen meghatározott statikus útvonal**

Egy teljesen meghatározott statikus útvonal esetében mind a következő ugrás IP-címe, mind a kimenő interfész meg van adva. Az ilyen típusú statikus útvonalat régebbi, CEF-et nem használó IOS verziók esetén használják. Abban az esetben, ha a kimenő interfész többes hozzáférésű, akkor szükség van a következő ugrás egyértelmű meghatározására. Ilyenkor a következő ugrásnak közvetlenül csatlakoznia kell a megadott kimenő interfészhez.

Tegyük fel, hogy az 1. ábrán R1 és R2 forgalomirányító között egy Ethernet összeköttetés található, amelyhez R1 a GigabitEthernet 0/1 interfészén keresztül csatlakozik. A CEF nem engedélyezett. A rekurzív keresés elkerülése érdekében egy közvetlenül csatlakozó statikus útvonalat kell megadni a következő parancs segítségével:

R1(config)# **ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 GigabitEthernet 0/1**

Ez azonban váratlan és ellentmondásos eredményeket okozhat. A különbség egy többes hozzáférésű Ethernet és egy pont-pont soros hálózat között az, hogy pont-pont hálózat esetében csak egyetlen további eszköz van a hálózaton, mégpedig az összeköttetés másik végén lévő forgalomirányító. Ethernet esetén azonban különböző eszközök, köztük állomások és akár forgalomirányítók is osztozhatnak ugyanazon a többes hozzáférésű hálózaton. Ha a statikus útvonalban csak a kimenő Ethernet interfész adott, akkor a forgalomirányító nem rendelkezik elegendő információval a következő ugrás eszköz meghatározásához.

Az R1 forgalomirányító csak annyit tud, hogy a csomagot egy Ethernet keretbe kell beágyazni és a GigabitEthernet 0/1 interfészen kiküldeni. R1 azonban nem ismeri a következő ugrás IPv4-címét, és így nem képes az Ethernet kerethez szükséges cél MAC-címet meghatározni.

A topológiától és a forgalomirányítók beállításaitól függően ez a statikus útvonal vagy működik, vagy nem. Ethernet kimenő interfész esetén ajánlott teljesen meghatározott statikus útvonalat használni kimenő interfésszel és következő ugrás címmel.

A 2. ábrán látható, hogy csomagok R2 felé történő továbbításakor a kimenő interfész a GigabitEthernet 0/1, a következő ugrás IPv4-címe pedig 172.16.2.2.

**MEGJEGYZÉS**: CEF használatakor nincs szükség teljesen meghatározott statikus útvonalra. Egy következő ugrás címmel megadott statikus útvonal használata is elegendő.

A 3. és 4. ábrán lévő parancsszimulátor használatával hozzunk létre az R2 és R3 forgalomirányítókon teljesen meghatározott statikus útvonalakat, majd ellenőrizzük is le azokat.

# Statikus és alapértelmezett útvonalak konfigurálása

## IPv4 statikus útvonalak konfigurálása

A **ping** és **traceroute** mellett a következő hasznos parancsok állnak rendelkezésre a statikus útvonalak ellenőrzésére:

* **show ip route**
* **show ip route static**
* **show ip route** *hálózat*

Az 1. ábrán a **show ip route static** parancs kimenetére látható egy példa. A kimenet a | és a **begin** paraméter használatával van szűrve. A példából a következő ugrás címével megadott statikus útvonal használatát ismerhetjük meg.

A 2. ábrán a **show ip route 192.168.2.1** parancs kimenetére látható egy példa.

A 3. ábra az **ip route** beállítások ellenőrzését mutatja az aktív konfigurációs fájlban.

Használjuk a 4. ábrán található parancsszimulátort az R2 forgalomirányító beállításainak ellenőrzésére.

Az 5. ábrán található parancsszimulátorban az R3 forgalomirányító beállításait ellenőrizhetjük le.

# Statikus és alapértelmezett útvonalak konfigurálása

## IPv4 alapértelmezett útvonal létrehozása

Az alapértelmezett útvonal egy olyan statikus útvonal, amely illeszkedik minden csomagra. A forgalomirányító ahelyett, hogy minden hálózathoz külön útvonalat tárolna az irányítótáblájában, egy alapértelmezett útvonalat használ, amely az irányítótáblában nem szereplő hálózatokat jelöli.

A forgalomirányítók jellemzően helyben konfigurált vagy dinamikus irányító protokoll által megtanult alapértelmezett útvonalakat alkalmaznak. Ezeket az útvonalakat abban az esetben használják a forgalomirányítók, ha az irányítótáblában egyetlen útvonal sem felel meg a csomag cél IP-címének. Más szóval, ha a forgalomiránytó nem talál jobb egyezést, akkor az alapértelmezett útvonalat végső átjáróként (Gateway of Last Resort) használja.

Az alapértelmezett statikus útvonalakat jellemzően abban az esetben használják, ha:

* Egy határ forgalomirányító a szolgáltató hálózatához kapcsolódik.
* Egy véghálózati forgalomirányítót (forgalomirányító, amely egyetlen szomszéd forgalomirányítóhoz kapcsolódik) kell csatlakoztatni.

Ahogy az ábrán is látható, az alapértelmezett statikus útvonal parancsának szintaxisa hasonló bármely más statikus útvonaléhoz. A különbség csak annyi, hogy a hálózati cím **0.0.0.0** és az alhálózati maszk **0.0.0.0**értékűek. Az alapértelmezett statikus útvonal parancsának szintaxisa:

* **ip route 0.0.0.0 0.0.0.0** { *IP-cím* | *kimenő-interfész* }

**MEGJEGYZÉS**: Az IPv4 alapértelmezett statikus útvonalat gyakran "négynullás" útvonalnak is nevezik.

# Statikus és alapértelmezett útvonalak konfigurálása

## IPv4 alapértelmezett útvonal létrehozása

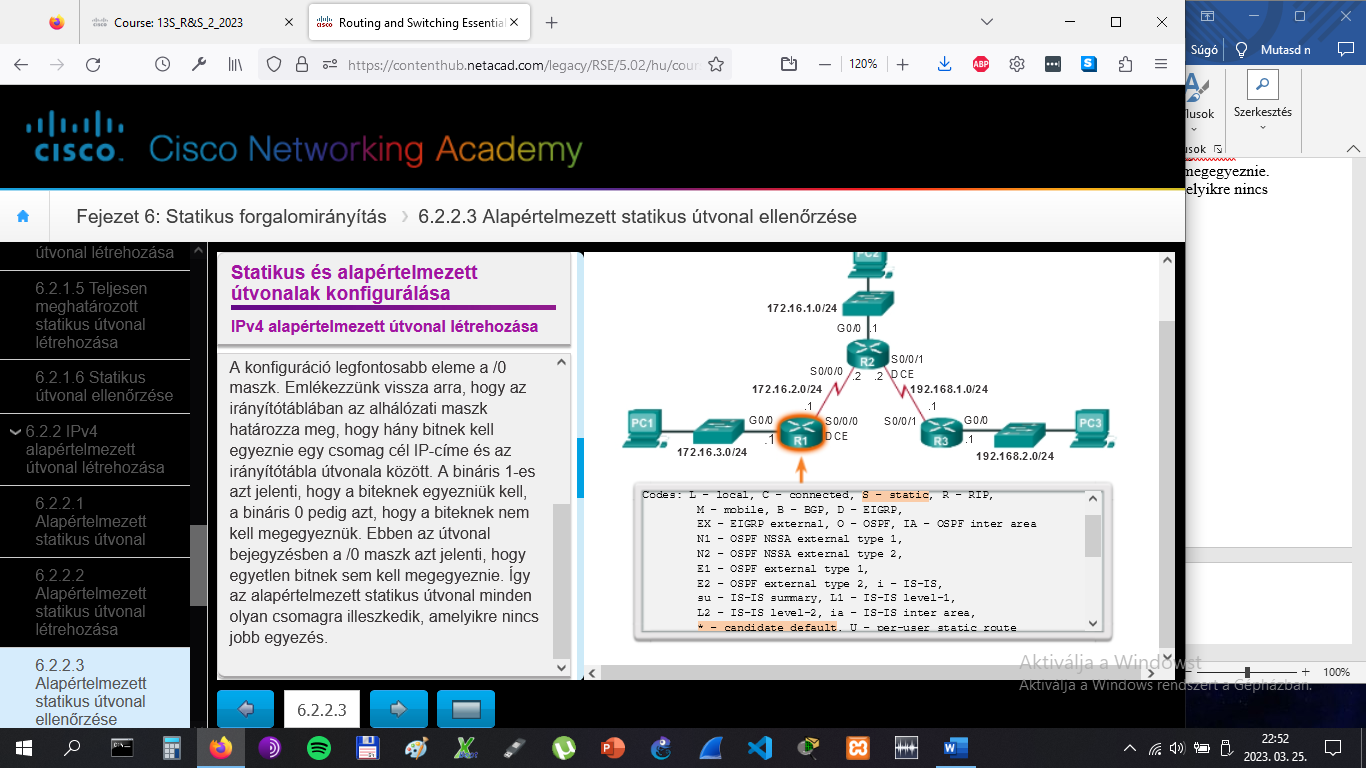
A példa topológiában az R1 forgalomirányítón három statikus útvonal létrehozásával biztosítható minden távoli hálózat elérése. R1 egy véghálózati forgalomirányító, mivel csak R2-höz csatlakozik. Így a leghatékonyabb megoldás az, ha alapértelmezett statikus útvonalat definiálunk rajta.

Az ábrán egy alapértelmezett statikus útvonal beállítása látható az R1 forgalomirányítón. Ezzel a beállítással minden olyan csomag, ami nem egyezik egyetlen más irányítótábla bejegyzéssel sem, a 172.16.2.2 IP-címre kerül továbbításra.

# Statikus és alapértelmezett útvonalak konfigurálása

## IPv4 alapértelmezett útvonal létrehozása

Az ábrán a **show ip route static** parancs kimenete az iránytótábla tartalmát mutatja. Figyeljük meg a (\*)jelet az 'S’ kóddal jelölt útvonal mellett. Ahogy a kódokat tartalmazó táblázatból látható, a csillag azt jelenti, hogy a statikus útvonal alapértelmezett útvonalnak, vagyis végső átjárónak (Gateway of Last Resort) van kijelölve.

A konfiguráció legfontosabb eleme a /0 maszk. Emlékezzünk vissza arra, hogy az irányítótáblában az alhálózati maszk határozza meg, hogy hány bitnek kell egyeznie egy csomag cél IP-címe és az irányítótábla útvonala között. A bináris 1-es azt jelenti, hogy a biteknek egyezniük kell, a bináris 0 pedig azt, hogy a biteknek nem kell megegyeznük. Ebben az útvonal bejegyzésben a /0 maszk azt jelenti, hogy egyetlen bitnek sem kell megegyeznie. Így az alapértelmezett statikus útvonal minden olyan csomagra illeszkedik, amelyikre nincs jobb egyezés. 

# Statikus és alapértelmezett útvonalak konfigurálása

## IPv4 alapértelmezett útvonal létrehozása

**Háttér / esetleírás**

A feladatban statikus és alapértelmezett útvonalak beállítását fogjuk elvégezni. A statikus útvonalat a hálózati rendszergazda kézzel hozza létre a megbízhatóság és a biztonság érdekében. A feladatban az alábbi négy statikus útvonalat fogjuk használni: rekurzív, közvetlenül csatlakozó, teljesen meghatározott és alapértelmezett.

[Packet Tracer - Configuring IPv4 Static and Default Routes Instructions](https://contenthub.netacad.com/legacy/RSE/5.02/hu/course/files/6.2.2.4%20Packet%20Tracer%20-%20Configuring%20IPv4%20Static%20and%20Default%20Routes%20Instructions.pdf)

[Packet Tracer - Configuring IPv4 Static and Default Routes - PKA](https://contenthub.netacad.com/legacy/RSE/5.02/hu/course/files/6.2.2.4%20Packet%20Tracer%20-%20Configuring%20IPv4%20Static%20and%20Default%20Routes.pka)

# Statikus és alapértelmezett útvonalak konfigurálása

## IPv4 alapértelmezett útvonal létrehozása

**Ebben a gyakorlatban a következő feladatokat végezzük el:**

* 1. rész: A topológia kiépítése és az eszközök kezdeti beállítása.
* 2. rész: Az eszközök konfigurálása és a kapcsolatok ellenőrzése.
* 3. rész: Statikus útvonalak létrehozása.
* 4. rész: Alapértelmezett útvonal létrehozása és ellenőrzése.

[Laborgyakorlat - Configuring IPv4 Static and Default Routes](https://contenthub.netacad.com/legacy/RSE/5.02/hu/course/files/6.2.2.5%20Lab%20-%20Configuring%20IPv4%20Static%20and%20Default%20Routes.pdf)

# Statikus és alapértelmezett útvonalak konfigurálása

## IPv6 statikus útvonalak létrehozása

IPv6 statikus útvonal az **ipv6 route** globális konfigurációs paranccsal hozható létre. Az 1. ábrán a parancs egyszerűsített változatának szintaxisa látható:

Router(config)# **ipv6 route** *ipv6-előtag/előtag-hossz* { *ipv6-cím* | *kimenő-interfész* }

A paraméterek többsége megegyezik az IPv4 parancsnál használtakkal. Az IPv6 statikus útvonalak típusai:

* hagyományos IPv6 statikus útvonal,
* alapértelmezett IPv6 statikus útvonal,
* összevont IPv6 statikus útvonal,
* lebegő IPv6 statikus útvonal.

Az IPv4-hez hasonlóan ezek az útvonalak lehetnek rekurzívak, közvetlenül csatlakozók vagy teljesen meghatározottak.

Az **ipv6 unicast-routing** globális konfigurációs paranccsal engedélyezhető egy forgalomirányítón az IPv6 csomagtovábbítás. A 2. ábrán az IPv6 egyedi címzésű (unicast) forgalomirányítás engedélyezése látható.

A 3. és 4. ábrán lévő parancsszimulátorban engedélyezzünk IPv6 egyedi címzésű (unicast) forgalomirányítást az R2 és R3 forgalomirányítókon.

# Statikus és alapértelmezett útvonalak konfigurálása

## IPv6 statikus útvonalak létrehozása

Az első három ábrán az R1, R2 és R3 forgalomirányítók irányítótáblái láthatók. Mindegyik irányítótáblában csak a közvetlenül csatlakozó útvonalak bejegyzései és a hozzájuk tartozó helyi címbejegyzések szerepelnek. Egyik forgalomirányító sem ismeri a közvetlenül csatlakozó interfészein kívüli hálózatokat.

Például R1 nem ismeri az alábbi hálózatokat:

* 2001:DB8:ACAD:2::/64 - R2 LAN
* 2001:DB8:ACAD:5::/64 - Soros kapcsolat R2 és R3 között
* 2001:DB8:ACAD:3::/64 - R3 LAN

A 4. ábrán az R1-ről R2-re küldött sikeres ping látható. Az 5. ábra R3 egy helyi hálózatába küldött sikertelen ping kimenetét mutatja. Ez annak köszönhető, hogy R1 irányítótáblájában nincsen bejegyzés ehhez a hálózatához.

A következő ugrás megadható egy IPv6-címmel, egy kimenő interfésszel vagy mindkettővel. A cél meghatározásától függően az alábbi három útvonal típus egyike jön létre:

* **Következő ugrás címmel megadott IPv6 statikus útvonal** - Csak a következő ugrás IPv6-címe adott.
* **Közvetlenül csatlakozó IPv6 statikus útvonal** - Csak a forgalomirányító kimenő interfésze adott.
* **Teljesen meghatározott IPv6 statikus útvonal** - A következő ugrás IPv6-címe és a kimenő interfész is adott.

# Statikus és alapértelmezett útvonalak konfigurálása

## IPv6 statikus útvonalak létrehozása

Egy következő ugrás címmel megadott IPv6 statikus útvonal esetében csak a következő ugrás IPv6-címe van megadva. A kimenő interfészt a forgalomirányító a következő ugrásból határozza meg. Az 1. ábrán három következő ugrás címmel megadott statikus útvonal beállítása látható az R1 forgalomirányítón.

Az IPv4-hez hasonlóan, a forgalomirányítónak egy csomag továbbítása előtt, meg kell állapítania a továbbításhoz szükséges kimenő interfészt az irányítótábla keresési folyamatából. Az útvonal meghatározási folyamat a forgalomirányítón alkalmazott csomagtovábbítási eljárástól függően változhat. 12.0 vagy újabb IOS változat esetén az alapértelmezett csomagtovábbítási eljárás a CEF (Cisco Express Forwarding).

A 2. ábrán a CEF engedélyezése nélküli alap csomagtovábbítási folyamat látható R1 irányítótáblájában. A 2001:DB8:ACAD:3::/64 hálózat felé küldött csomag esetében:

1. R1 az irányítótáblájában egyezést keres a célhálózattal és meghatározza, hogy a csomagokat a 2001:DB8:ACAD:4::2 IPv6-című következő ugrásnak kell küldenie. Minden olyan útvonal esetében, amely csak egy IPv6 következő ugrás címre hivatkozik és kimenő interfészre nem, az IPv6-címhez az irányítótáblából egy kimenő interfészt is meg kell határozni.

2. R1-nek meg kell határoznia, hogy miként éri el a 2001:DB8:ACAD:4::2 IP-címet, ezért újabb egyezést keres az irányítótáblájában a 2001:DB8:ACAD:4::2 címmel. A keresés eredményeként a forgalomirányító megtalálja a 2001:DB8:ACAD:4::/64 közvetlenül csatlakozó hálózatot a Serial 0/0/0 kimenő interfésszel. A forgalomirányítónak a csomagot ezen az interfészen kell kiküldenie.

Tehát a csomagok 2001:DB8:ACAD:3::/64 hálózatba történő küldéséhez két irányítótábla keresésre van szükség. Ha a forgalomirányító egy csomag továbbítása előtt több irányítótábla keresést hajt végre, akkor rekurzív keresési folyamatról beszélünk.

Egy rekurzív IPv6 statikus útvonal csak abban az esetben érvényes, azaz akkor kerülhet be az irányítótáblába, ha a megadott következő ugrás címhez közvetve vagy közvetlenül egy érvényes kimenő interfész rendelhető hozzá.

A 3. és 4. ábrákon lévő parancsszimulátorok használatával hozzunk létre következő ugrás címmel megadott IPv6 statikus útvonalakat.

# Statikus és alapértelmezett útvonalak konfigurálása

## IPv6 statikus útvonalak létrehozása

Pont-pont hálózatok esetén egy statikus útvonal létrehozásakor a következő ugrás IPv6-cím helyett lehetőség van a kimenő interfész megadására is. A korábbi, CEF-et nem használó IOS verziók vagy a CEF letiltása esetén ezzel oldható meg a rekurzív keresés problémája.

Az 1. ábrán három kimenő interfésszel megadott, közvetlenül csatlakozó statikus útvonal beállítása látható az R1 forgalomirányítón.

A 2. ábrán R1 IPv6-irányítótáblája azt mutatja, hogy egy 2001:DB8:ACAD:3::/64 hálózat felé küldött csomag esetében R1 egyezést keres és ennek eredményeként meghatározza, hogy a csomagot a Serial 0/0/0 interfészén kell kiküldenie. További keresésre nincs szükség.

Figyeljük meg, hogy az irányítótáblában miben különbözik a kimenő interfésszel és a rekurzív módon megadott bejegyzés.

Kimenő interfésszel megadott, közvetlenül csatlakozó statikus útvonal esetén a kimenő interfész két keresés helyett eggyel megtalálható. Emlékezzünk arra, hogy a CEF csomagtovábbítási mechanizmus szükségtelenné teszi a kimenő interfésszel megadott statikus útvonalak használatát. Ilyenkor az FIB és a szomszédsági tábla segítségével egyetlen keresés történik.

A 3. és 4. ábrákon lévő parancsszimulátorok használatával hozzunk létre közvetlenül csatlakozó statikus IPv6-útvonalat.

# Statikus és alapértelmezett útvonalak konfigurálása

## IPv6 statikus útvonalak létrehozása

Egy teljesen meghatározott statikus útvonal esetében mind a következő ugrás IPv6-címe, mind a kimenő interfész meg van adva. Az IPv4-hez hasonlóan a teljesen meghatározott IPv6 statikus útvonalakat abban az esetben kell alkalmazni, ha a CEF mechanizmus nem engedélyezett a forgalomirányítón és a kimenő interfész többes hozzáférésű hálózathoz tartozik. CEF esetén egy következő ugrás IPv6-címével megadott statikus útvonal használata ajánlott még akkor is, ha a kimenő interfész egy többes hozzáférésű hálózathoz tartozik.

Az IPv4-protokollal ellentétben IPv6 esetén előfordulhat olyan eset, amikor teljesen meghatározott statikus útvonalat kell használni. Ha például egy IPv6 statikus útvonal egy IPv6 link-local címet használ következő ugrás címnek, akkor kimenő interfészt is tartalmazó, teljesen meghatározott statikus útvonalra van szükség. Az 1. ábrán egy ilyen teljesen meghatározott IPv6 statikus útvonal látható, ahol a következő ugrás címe egy IPv6 link-local cím.

Ebben az esetben azért van szükség egy teljesen meghatározott statikus útvonalra, mert az IPv6 link-local címek nem szerepelnek a forgalomirányító IPv6-irányítótáblájában. A link-local címek csak egy adott összeköttetésen vagy hálózaton egyediek. Egy link-local címmel megadott következő ugrás cím érvényes lehet több, a forgalomirányítóhoz csatlakozó hálózatban is, így mindenképpen szükséges a kimenő interfész megadása.

Az 1. ábrán egy ilyen teljesen meghatározott IPv6 statikus útvonal létrehozása látható, ahol a következő ugrás címe az R2 link-local címe. Figyeljük meg az IOS hibaüzenetet, amely szerint kimenő interfészt is meg kell adni.

A 2. ábrán ennek az útvonalnak az IPv6 irányítótábla bejegyzése látható. Figyeljük meg, hogy mind a következő ugrás link-local címe, mind pedig a kimenő interfész szerepel benne.

A 3. ábrán lévő parancsszimulátor használatával hozzunk létre az R2 forgalomirányítón link-local címmel megadott, teljesen meghatározott statikus IPv6-útvonalakat az R1 hálózatának eléréséhez.

# Statikus és alapértelmezett útvonalak konfigurálása

## IPv6 statikus útvonalak létrehozása

A **ping** és a **traceroute** mellett a következő hasznos parancsok állnak rendelkezésre a statikus útvonalak ellenőrzésére:

* **show ipv6 route**
* **show ipv6 route static**
* **show ipv6 route** *hálózat*

Az 1. ábrán a **show ipv6 route static** parancs kimenetére látható egy példa. A példából a globális egyedi következő ugrás címmel megadott statikus útvonal használatát ismerhetjük meg.

A 2. ábrán a **show ip route 2001:DB8:ACAD:3::** parancs kimenete látható.

A 3. ábra az **ipv6 route** beállítások ellenőrzését mutatja az aktív konfigurációs fájlban.

# 