



Erdészeti utak környezeti hatásai

Kisfaludi Balázs¹

¹ Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet

E-mail: kisfaludi@gmail.com

KIVONAT

Az erdészeti utak, mint az ember által épített létesítmények, illetve a rajtuk végzett tevékenységek hatással vannak a természeti és művi környezetre, valamint magára az emberre is. Ebben a cikkben a hazai és nemzetközi szakirodalom által fontosnak ítélt környezeti hatásokat mutatom be a környezeti hatásvizsgálat módszerében alkalmazott környezeti modell szerinti tagolásban. Megállapítható, hogy a legfontosabb pozitív hatást az erdőgazdálkodás lehetővé tétele mellett a rekreáció elősegítése jelenti. Az erdészeti utak az általuk keresztezett erdőterület vízháztartására és talajára gyakorolják a legjelentősebb negatív hatást, ami legrosszabb esetben is csak mérsékeltnak mondható. Az erdészeti utak környezeti hatása kisebb mértékű, mint a közutaké, hiszen geometriai méreteik, valamint a rajtuk áthaladó forgalom is kisebb. Ugyanakkor az erdészeti utak jórészt természeti jellegű területen épülnek, melyek védelme érdekében a negatív hatások csökkentése kiemelten fontos feladatot jelent. A várható hatások megismerésével az út tervezőjének és fenntartójának, valamint az építést engedélyező hatóságnak lehetősége van egy hatáscsökkentő szempont- és szabályrendszer kialakítására.

Kulcsszavak: erdészeti út, erdőgazdálkodás, környezet, környezeti hatásvizsgálat, természetvédelem

Dr. Kisfaludi Balázs

2019 februárjáig a Soproni Egyetem (SOE) Erdőmérnöki Karán a Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet munkatársa volt. Elsődlegesen erdészeti utak forgalomelemzésével foglalkozott, emellett részt vett talajstabilizációval, illetve úthálózatok vizsgálatával foglalkozó kutatásokban.

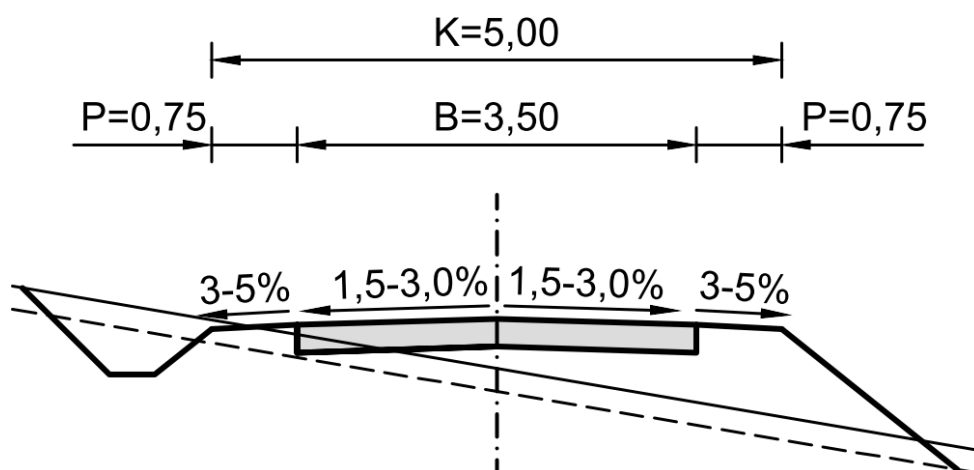
1. ERDÉSZETI UTAK MAGYARORSZÁGON

Magyarország erdőterületének megközelíthetőségét kb. 6800 km hosszú erdészeti úthálózat biztosítja [Kosztka; 2012]. Az erdészeti utak tervezett tengely mentén, tervezett földművel, pályaszerkezettel és vízelvezetéssel épülő nyomvonalas létesítmények. Az erdészeti utak az úthálózatban betöltött szerepük alapján erdészeti feltáróutak és kiszállító utak lehetnek. A feltáróutak (1. ábra) a KRESZ-nek megfelelő járművek időjárástól független közlekedését teszik lehetővé megadott tervezési sebesség mellett. Feladatuk a gazdaságos szállítás lehetővé tétele, valamint az erdei forgalom bekapcsolása a közúthálózatba. A feltáróutakat a várható forgalom nagyságának ismeretében különböző műszaki színvonalon építik ki. A 20 éven át 120 egységjármű/nap évi átlagos napi forgalomnál (ÁNF20) nagyobb forgalomra tervezett utakat két forgalmi sávval alakítják ki, koronaszélességük 7-8 méter, pásztaszélességük 15 méter körüli. Ezek az I. osztályú erdészeti feltáróutak. Magyarországon megközelítőleg 280 km I. osztályú feltáróút van [Kosztka; 2012]. Az ennél kisebb kapacitású, II. osztályú feltáróutak egy forgalmi sávosak, koronaszélességük általában 5 méter, pásztaszélességük nem haladja meg a 12 métert. Ilyen típusú útból kb. 2400 kilométernyi szerepel a nyilvántartásokban [Kosztka; 2012]. Az erdészeti feltáróutak leggyakrabban a hajlékony pályaszerkezetek közé sorolható pályaszerkezettel épülnek. Elterjedtek a makadám rendszerű és az aszfalt burkolatok. Burkolatalapként

a stabilizált helyi talaj, a zúzottkő, az aszfalt típusú, illetve a hidraulikus kötőanyaggal készülő alapok a jellemzőek [Kosztka; 2009]. Egy erdészeti II. osztályú feltáróút jellemző keresztmetszeti kialakítását mutatja be az 2. ábra. A feltáróúton a mértékadó forgalmat a faanyag szállítását végző, nagy tengelysúlyú tehergépkocsik jelentik. Emellett számítani lehet az erdőgazdálkodási feladatokat ellátó munkagépek és személygépkocsik, valamint az utak egyéb funkcióihoz köthető személygépkocsik, motorkerékpárok, kerékpárok, lovasok és gyalogosok közlekedésére. A kiszállítóutak (3. ábra) feladata a termőterület és a feltáró úthálózat összekapcsolása. A kiszállítóutak viszonylag rövidek, és alacsony forgalmat kell kiszolgálniuk. Tervezésüknél a legfontosabb szempont az építési költségek csökkentése, minimális sebességet nem kell biztosítani. Emiatt a közlekedéshez szükséges minimális, 3,5-4,5 m széles koronával épülnek (4. ábra). Leggyakrabban földútként, vagy stabilizációs pályaszerkezettel épülnek. A magyarországi kiszállítóutak összes hossza kb. 4100 km [Kosztka; 2012].



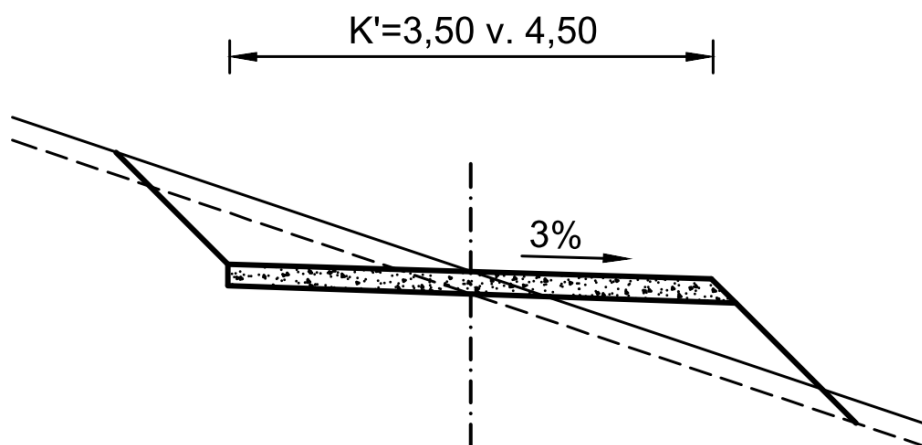
1. ábra: II. osztályú erdészeti feltáróút



2. ábra: II. osztályú erdészeti feltáróút jellemző keresztmetszévé



3. ábra: Kiszállítóút

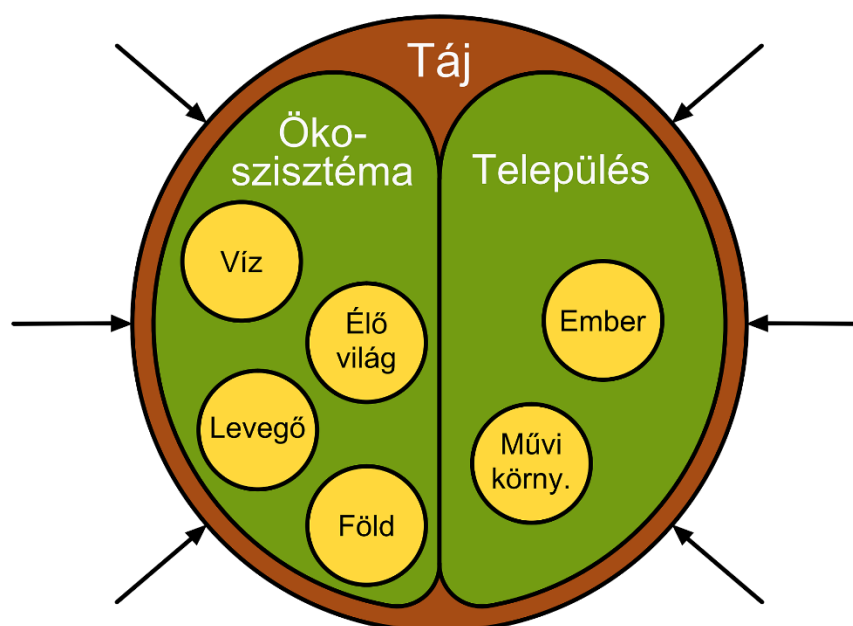


4. ábra: Kiszállítóút jellemző keresztmetszévénye

2. AZ ERDÉSZETI UTAK KÖRNYEZETI HATÁSAI

Az erdészeti utak, mint emberi tevékenység nyomán kialakuló létesítmények, hatással vannak a környezetükre. Az emberi tevékenységek környezetre gyakorolt hatását a környezeti hatásvizsgálat módszerével lehet értékelni. A hatásvizsgálat fogalomrendszerében a környezet az ember természeti, épített és társadalmi környezetét jelenti. A környezeti rendszer környezeti elemekből épül fel (5. ábra), melyeket a hatásvizsgálat során külön-külön, és együttesen is értékelni kell. Természeti jellegű környezeti elemek a föld, a víz, a levegő és az élővilág. Azokat az elemegységeket, ahol ezek az elemek vannak túlsúlyban, ökoszisztémáknak nevezzük. Azokat az elemegységeket, melyekben a művi környezet és az ember dominál, a környezeti hatásvizsgálat fogalomrendszerében a „település” szó jelöli. A környezeti elemek komplex rendszerét a „táj” szóval szokás jelölni. Környezeti hatásának nevezzük a tevékenység következtében egy környezeti elemben, vagy elemegységesben bekövetkező állapotváltozást. A hatást a tevékenység hatótényezői váltják ki anyag, ill. energia közléssel vagy elvonással. Azokat az elemeket, illetve elemegységeket, melyekben a változás bekövetkezik, hatásviselőknek nevezzük. A hatásviselőket közvetlen, vagy közvetett hatások érhetik aszerint, hogy a változásukat közvetlenül a hatótényező váltotta-e ki, vagy egy másik megváltozott hatásviselő. Egy létesítmény élettartama a kiváltott hatások alapján több jól elkülöníthető szakaszra osztható. Ezért külön érdemes vizsgálni a létesítés, az üzemelés és a felhagyás szakaszait, valamint az élettartam-szakaszoktól

függetlenül bekövetkező havária események hatásait [Pájer; 1998] [Marosi; 2001]. Az erdészeti utak hatásait az 1. táblázat mutatja be [Koronikáné; 2008].



5. ábra: A környezeti rendszer

1. táblázat: Az erdészeti utak hatásai

Erdészeti út létesítési időszaka		
Hatótényező	Hatás	Hatásviselő
Területfoglalás	Termőtalaj eltűnik, élővilág károsodik, élőhelyek eltűnnek, vagy darabolódnak	Talaj, élővilág
Növényzet eltávolítása	Egyedek eltűnnek, élővilág károsodik, mikroklimatikus tényezők átalakulnak, pásztahatás	Élővilág, élettelen környezeti elemek
Földmunka	Talaj eloszlás és állapotváltozás, vízviszonyok megváltozása, egyedek eltűnnek, élővilág károsodik, szennyezés	Talaj, víz, levegő, élővilág
Pályaszerkezet építés	Légszennyezés, vízviszonyok megváltoztatása, az út által érintett erdőterületek könnyen elérhetővé válnak	Levegő, víz, élővilág, ember, művi környezet
Anyagszállítás	Légszennyezés	Levegő, élővilág
Erdészeti út üzemeltetési időszaka		
Hatótényező	Hatás	Hatásviselő
Forgalom	Légszennyezés, talajszennyezés, vízszennyezés, zaj- és rezgésterhelés, állatok elütése, közutak állapotromlása, erdőgazdálkodás, katasztrófa-elhárítás, rekreáció	Levegő, talaj, víz, élővilág, művi környezet, ember
Útfenntartás	Légszennyezés, hordalékképződés, élővilág károsodik	Levegő, víz, élővilág
Területfoglalás	Populációk elválasztása, pásztahatás	Élettelen környezeti elemek, élővilág
Felhagyás		
Az erdészeti utak a hosszú távú, tartamos erdőgazdálkodást szolgálják, ezért felhagyásukra nem kell számítani.		
Havária		
Hatótényező	Hatás	Hatásviselő
Baleset	Üzemanyag, növényvédő szer és egyéb szállított anyagok környezetbe jutása, egyedpusztulás, élővilág károsodása	Talaj, levegő, víz, élővilág

3. HATÁSVISELŐK

3.1. Víz

Az erdészeti utak hatással lehetnek a felszíni és felszín alatti vizek áramlási tulajdonságaira, mennyiségére, eloszlására és minőségére.

3.1.1. A LEFOLYÁSI VISZONYOK MEGVÁLTOZÁSA

A burkolt erdészeti út felülete a víz számára nehezen, vagy egyáltalán nem átjárható, hiszen a pályaszerkezet feladata többek között a víz földmibe jutásának megakadályozása. A tömörödött földutak járófelülete is kevesebb vizet enged beszívárogni, mint a természetes talajfelszín. Emiatt a felszínre érkező víz egy része csak felszíni lefolyás formájában tud az erdészeti utakról távozni. Így a természetes állapothoz képest nagyobb felszíni lefolyás jelentkezik az út völgy felőli oldalán, ami több hordalékot juttat a vízfolyásokba [Marosi; 2001] [Coffin; 2007].

Az út melletti árok feladata az útpályáról és a terepről érkező víz elvezetése, ezáltal a földmű állékonyságának biztosítása. Az összegyűjtött vizet az út alatt áteresztőkkel vezetik át [Kosztka; 2012]. Az átvezetésnek hátránya, hogy a víz koncentráltan jut a völgy felőli oldalra, így kevesebb ideje van a beszivárgásra. Ez felszíni lefolyáshoz és erózióhoz vezethet, valamint felborítja a völgy felőli oldalon a talajnedvesség eloszlását. Az áteresztők közötti szakaszokon a talaj szárazabbá válik, a csőáteresztők közelében pedig megnő a talajnedvesség [Tague and Band; 2001]. Ez a hatás csökkenthető, ha az áteresztők sűrűbben kerülnek elhelyezésre. Az átvezetés sűrűségére Marosi [2001] 30-50 méteres csőtávolságot javasol. Kucsara [2013] az áteresztők távolságát az eróziómentes árokhossz alapján határozza meg. A talajtól, az árokfenék esésétől és a várható csapadék mennyiségétől függően 50-200 m sűrűséget tart megfelelőnek. E két szerző munkájából kiderül, hogy a sűrűbb átvezetés mellett, hogy segíti az összegyűjtött víz szétterítését, hozzájárul az árkot sújtó erózió, és az ebből eredő hordalék mennyiség minimalizálásához is. További hatáscsökkenés érhető el az úgynevezett szivárogtató árok alkalmazásával. Ez az árok az áteresztők kifolyási pontjától rétegvonal irányban kialakított árok, amelynek elsődleges feladata az áteresztőből érkező víz egyenes talajba szivárogtatása [Kucsara és mtsai.; 2013]. Az áteresztők eltömődése még a leggondosabb vízelvezetés tervezés esetén is előfordulhat. A hosszabb ideig fennálló eltömődés a terület vízviszonyainak jelentős változásához vezethet. Az áteresztő befolyási oldalán nem tervezett vizes élőhely alakulhat ki [Daigle; 2010] [Pájer és mtsai.; 2012]. Ez a hatás természetvédelmi szempontból előnyös lehet, hiszen a vizes élőhelyek növelik a változatosságot. Ugyanakkor a spontán kialakult „tó” műszaki szempontból kedvezőtlen az útra nézve, hiszen a földmű folyamatos vízhatás alatt áll. Ezért az ilyen élőhelyek esetében gondos mérlegelés után vagy a megszüntetés mellett kell dönteni, vagy egy hosszútávon elfogadható megoldást kell tervezni az élőhely fenntartására.

Az erdészeti utak gyakran kereszteznek ideiglenes, vagy állandó vízfolyásokat. A keresztezés áteresztővel, híddal, vagy mederátjáróval történhet. A keresztezés kiépítése a legtöbb esetben a vízfolyás medrének rendezésével, módosításával jár együtt. A keresztezés minden esetben megváltoztatja az eredeti lefolyási viszonyokat. A keresztezésnél általában a vízfolyásba jut az út oldalárkának vize is. Ezáltal az út is befolyásolja az árhullámok levonulásának időbeliségét és intenzitását, valamint a szállított hordalék mennyiségét [Gucinski et al.; 2000] [Gribovszki et al.; 2006] [Daigle; 2010]. Az erdészeti úthálózat egy amerikai kutatás szerint 2,2-9,5%-os növekedést eredményezett az éves átlagos árvízi vízhozamban, valamint egy adott küszöbértéket meghaladó árhullámok előfordulási gyakoriságai is megnövekedett [La Marche and Lettenmaier; 2001].

3.1.2. HORDALÉK, ÉS EGYÉB SZENNYEZŐ ANYAGOK

Vízfolyások keresztezésénél a vízfolyásba juthat az út felszínéről és a vízelvezető árokból származó hordalék. A hordalékszállítás a talajerózióval is kapcsolatban áll, itt az útról származó hordalék vízfolyásokra gyakorolt hatását mutatom be. A vízfolyások természetes állapotukban is szállítanak hordalékot, de az úthálózat megváltoztatja ezt az állapotot [Csáfordi et al.; 2012]. A megváltozott hordalékviszonyok megváltoztatják a vízfolyás építő-romboló hatását, a víz fényáteresztő képességét, és ezzel a felmelegedést és az oldott oxigéntartalmat. Egyes kutatások szerint a burkolatlan, és a

kötőanyag nélküli burkolattal ellátott utak felelősek a vízfolyásokban megjelenő hordalék 30 [Motha et al.; 2003], vagy akár 40 százalékaért [Gruszowski et al.; 2003]. A hordalékképződés mértéke függ a talajtól, a pályaszerkezet anyagától, az út járófelületének tömörségétől, valamint az út egyes részeinek meredekségétől és növényborítottságától. Egy spanyol kutatásban a legnagyobb hordalékforrásnak a meredek, növényzet nélküli bevágási részsű bizonyult, ami mesterséges csapadékesemény hatására a földút járófelületénél és a lapos töltési részsűnél öt – hatszor nagyobb mennyiségű hordalékot juttatott a keresztező vízfolyásba [Jordán and Martinez-Zavala; 2007]. A pályaszerkezet nélküli földút járófelületéről két különálló kutatás szerint is évente 270-280 t/ha hordalék juthat a keresztezett vízfolyásba [Sidle et al.; 2004] [Brown et al.; 2013]. Ezzel szemben a zúzottkő pályaszerkezettel ellátott utak hasonló éves értéke 10-16 t/ha-ra adódott [Brown et al.; 2013]. Egy másik kutatás a kétféle pályaszerkezet közötti különbséget az egy m²-re jutó mg hordalék/mm csapadék mértékegységben határozta meg. A burkolatlan út mérőszáma (5373) a burkolt út hasonló értékének (216) közel 25 szöröse volt [Sheridan and Noske; 2007]. Ez az eredmény jól összecseng a másik két kutatás relatív eredményével, hiszen ott a kétféle pályaszerkezet hordalék-produkciója között 18-28-szoros különbséget mértek. A zúzottkő pályaszerkezetek átlagosan 50%-kal több hordalékot eredményeznek, mint az aszfalt burkolatú utak [Parsakhoo et al.; 2014].

A burkolatlan, vagy zúzottkő pályaszerkezettel ellátott utakon az üzemelés szakaszában a forgalom, a fenntartási munkák és az időjárás befolyásolja a járófelületen keletkező hordalék mennyiségét. Száraz időben a forgalom hatására az útfelületről finom szemcsék válnak le, amit a következő csapadékesemény hatására kialakuló felszíni lefolyás könnyen elmozdít. A kialakuló nyomvályúk a lefolyást csatornázzák, ezzel a sebességét növelik, ami fokozott hordalékszállítással párosul. A csapadékesemény időtartama alatti közlekedés csak akkor okoz jelentősebb hordalékmenyiség növekedést, ha a finom szemcséjű anyag már a csapadék előtt felhalmozódott az út felületén. A fenntartási munkák (pl.: földutak gréderezése, tömörítés nélkül) általában növelik a rendelkezésre álló laza anyag, és ezzel az úthálózatról származó hordalék mennyiségét [Ziegler et al.; 2001]. A szakirodalom egyetért abban, hogy az erdészeti úthálózatok legjelentősebb vízminőségre gyakorolt hatása a hordalékterhelés. Emellett az egyéb szennyező anyagok (pl.: nehézfémek, növényvédő szerek, szénhidrogének, mikrobiológiai szennyeződések) megjelenése csak kis mértékben fordulhat elő [Pájer és mtsai.; 1999] [Gucinski et al.; 2000].

3.1.3. FELSZÍN ALATTI VIZEK

A bevágások a felszín alatti vizek áramlását zavarhatják meg [Daigle; 2010] [Kosztka; 2012]. A zavarás leggyakoribb esete, mikor a bevágási részsű vízzáró réteget vág át. Ez az út fölötti részekben a talajvízszint csökkenéséhez, valamint a részsű felületén szivárgó vízhez vezet [Kosztka; 2012]. Bizonyos esetekben még az út alatt lévő talajvízszinten is érezhető a hatás, más körülmények között pedig szinte észrevehetetlen [Marosi; 2001] [Luce; 2002]. Ezt a változatosságot klimatikus, talajbeli és domborzati okokkal lehet magyarázni [Luce; 2002].

Az utakra általánosan megállapított hatástávolságok Pájer és munkatársai [2007] alapján:

- Felszíni vizek: Közvetlen hatásterület kétoldalt 100-100 m
- Felszín alatti vizek: a vizsgált utaknál nem volt érzékelhető hatás a felszín alatti vizek áramlásában
- Vízminőség: Talajvízben a csapadékból és légszennyezésből eredő hatás 50 m-ig terjed. A közvetlen hatás 10-15 m távolságig és 2 m mélységig terjed

3.2. TALAJ

3.2.1. TALAJVESZTESÉG

Az erdészeti utak kialakítása az erdő termőterületén, az erdőtalaj valamilyen szintű igénybevételével történik. Általánosan elmondható, hogy minél alacsonyabb az adott szállítópálya kiépítési színvonal, annál nagyobb mértékben használható a helyi talaj a megépítéséhez. Az erdészeti utak építési

szakaszában a legjelentősebb talajra gyakorolt hatás az útpásztáról a humuszos felső rész elszállítása, valamint a földmű kialakítása. Az útpasztán kívül többlet területet foglalnak el az anyagárokok és depóniák [Marosi; 2001]. A növényzet eltávolítása, a talaj megbontása és a terepfelszín módosítása a talaj erózióra való hajlamát erősíti. A tényleges erózió nagymértékben összefügg a vízviszonyok megváltozásával. A víz számára többé-kevésbé átjárhatatlan járőfelületen, illetve a természetesnél meredekebb – a töltések esetén tömörített – rézsűkön felszíni lefolyás alakulhat ki [Marosi; 2001] [Coffin; 2007]. A felgyorsuló, felszínen folyó víz a kisméretű, laza szemcséket magával ragadja, ezzel eróziót okoz. A rézsűk és az árok anyagának eróziója a helyi talaj elszállításaként fogható fel. Földutakon a felszíni lefolyás hatására a járőfelületen kialakuló erózió is talajvesztésként értékelhető. Az utak árokrendszeréből kivezetett víz az áteresztők kifolyási pontjai környékén talajeróziót okozhat, amit a 6. ábra mutat be [Kosztka; 2012].

A talajvesztés extrém formája a földcsúszás (7. ábra). Földcsúszás a természetben is előfordul, de a vízviszonyok megváltoztatásával a földmű építés is előidézhetheti, sőt, bizonyos formái a földművön fordulnak elő [Wemple et al.; 2001]. Az is igaz ugyanakkor, hogy a földmű szárító hatása az út fölötti talajokon a földcsúszás kockázatát csökkentheti [Borga et al.; 2005].

Esettanulmányok azonban azt mutatták, hogy az utakkal feltárt erdőterületen nagyobb a földcsúszások előfordulási valószínűsége, mint a nem feltárt területen [Gucinski et al.; 2000] [Wemple et al.; 2001]. Egy kisvízgyűjtőn is több, és nagyobb méretű földcsúszás alakult ki a rajta áthaladó erdészeti út 100 méteres környezetében, mint a többi részen [Hosseini et al.; 2011]. A földcsúszás veszélyét növeli ugyan az út, de kialakulásához szükséges a nagy és intenzív csapadék, a csúszásra hajlamos talaj jelenléte, és a meredek terepfelszín [Gucinski et al.; 2000].



6. ábra: Erózió a csőáteresztő kifolyási pontjánál



7. ábra: Rézsűcsúszás

3.2.2. TALAJTÖMÖRÖDÉS

Talajtömörödéssel akkor beszélhetünk, ha a talaj relatív tömörsége megnő. Talajtömörödés emberi hatásra létrejöhet a talaj szándékos tömörítésével, illetve a talaj felszínén mozgó járművek terhelésének hatására. A tömörödés mértéke a terhelés és a terhelő felület nagyságától, a terhelés idejétől, a terhelés közbeni vibrációtól és csúszástól, valamint a talaj szerkezetétől és víztartalmától függ [Koronikáné; 2008]. Az erdészeti úthálózat földművének töltési részét a helyi talaj tömörítésével hozzák létre. Az építéshez felvonuló munkagépek további talajtömörödést okozhatnak a létesítmény által elfoglalt területen kívül is. Az erdészeti utak megépítésével ugyanakkor az erdészeti járművek mozgása meghatározott nyomvonalakra koncentrálódik, ezzel a fennmaradó termőterületen a talajtömörödés mértéke minimálisra csökken [Kosztka; 2012].

3.2.3. TALAJSZENNYEZŐDÉS

A talajba a szennyező anyagokat a víz juttatja be. A szennyezés érkezik közvetlenül a szállítópályák felületéről lefolyó vízzel, vagy a levegőből a talajfelszínre, vagy a növényekre kiülepedő szennyezést a csapadék moshatja be a talajba, illetve a csapadék is lehet szennyezett. Erdészeti utak környezetében leginkább a forgalomból származó szennyezések fordulhatnak elő. Ezek az üzemanyagok égéstermékai, kopástermékai, valamint üzemanyag és kenőanyag. A talaj szempontjából a különböző fémek jelenthetnek problémát. A talajoldatba kerülő fémeket a növények felvehetik, és ez befolyásolhatja az életfolyamataikat [Koronikáné; 2008]. Egy Világbank által készített kézikönyv szerint a talajszennyeződés mértéke 20 000 jármű/nap forgalmú utak melletti 10 méteres sávban 25 év alatt éri el a kritikus szintet (KHVM 1996). Hollandiai kutatások szerint a 11 000-124 000 napi járműforgalmat bonyolító utak mellől vett növénymintákban a nehézfémek koncentrációja nem haladta meg az állati takarmánnyként való hasznosíthatóság határértékét [Forman and Alexander; 1998]. A magyar közúthálózaton a 20 000 jármű/nap értéknek a 84. sz. főút soproni bevezető szakasza felel meg [Magyar Közút; 2010]. Egy nagy turista forgalmú erdészeti úton egy átlagos nyári hétvégén kb. 100 jármű halad át [Kisfaludi, megjelenés alatt]. Az erdészeti utakon jégmentesítő szózást nem végeznek, és egyéb vegyszeres kezelés sem valószínű. Az eddigiekből következően az erdészeti utak talajszennyező hatása minimálisnak tekinthető.

A talajszennyezés hatásterületére vonatkozó megállapítások Pájer és munkatársai [2007] alapján:

- A forgalomból származó nehézfémek 30-50 m távolságig és 15-25 cm mélységig találhatók meg az út melletti pásztában
- A nehézfémek 90%-a az út menti 1-1,5 méteres sávban belül található
- A kadmium és a cink 5-10 cm távolságra, 0-10 cm mélyre jut el
- Az ólomterhelés a padkától számított 25-30 méteres sávban, 25-25 cm mélységig jellemző

3.3. LEVEGŐ

A levegő minőségére az utakon mozgó járművek által felvert, illetve az építés során keletkező por, valamint a kibocsátott égéstermékek vannak hatással. A levegő minőségét egy-egy jármű helyileg változtatja meg, ami hozzájárul a regionális és globális változásokhoz. A pásztanyitással megváltoznak a mikroklimatikus hatások, így a levegő áramlása, és hőmérséklete is.

3.3.1. POR

A felvert por forrásai leginkább a burkolatlan, vagy kötőanyag nélküli pályaszerkezettel ellátott utak lehetnek. A porfelverődés mértéke függ az út járófelületének anyagától és nedvességétől, valamint az áthaladó forgalom nagyságától és sebességétől. A felverődött por sokáig a levegőben maradhat, és a szél messzire szállíthatja [Gucinski et al.; 2000] [Coffin; 2007].

3.3.2. GÉPJÁRMŰVEK KIBOCSÁTÁSA

A legtöbb erdőgazdálkodásban alkalmazott gépjárművet dízelmotor hajtja. Ezekből a motorokból különféle anyagok és kipufogógáz kerül a levegőbe. A kipufogógáz 60-80%-a marad a levegőben, a többi a talajba és a vizekbe kerül [Fi; 2000]. A levegőbe kerülő anyagok között megjelenik a szénmonoxid (CO), széndioxid (CO₂), nitrogén oxidok (NO_x), kéndioxid (SO₂), ólom (Pb), metán (CH₄), illékony szerves vegyületek, korom, butadién, benzol, formaldehid és CFC-k. Ezek az anyagok hozzájárulnak az üvegházhatáshoz (CO, CO₂, NO_x, CFC), veszélyesek az ózonrétegre (CO, NO_x, CFC, illékony szerves vegyületek), savas esőt (NO_x, SO₂, illékony szerves vegyületek), vagy egészségi ártalmakat okozhatnak. Az elsődleges szennyező anyagok a légkörben található anyagokkal és egymással is reakcióba léphetnek, így másodlagos szennyezőanyagok létrehozásában is részt vehetnek. Ilyen másodlagos szennyező anyag az ózon (O₃) és a kénsav (H₂SO₄) [KHVM; 1996] [Coffin; 2007].

Az utakra általánosan megállapított hatástávolságok Pájer és munkatársai [2007] alapján:

- A létesítés az építési és felvonulási területeken kívül azok nagyjából 100 méteres környezetében terheli a levegőt
- Erdészeti útnál a hatásterület az út melletti 10-10 m széles sáv

Az erdészeti utak légszennyező hatása az alacsony forgalom miatt legrosszabb esetben is csak mérsékeltnak mondható.

3.3.3. MIKROKLIMATIKUS VÁLTOZÁSOK

A vonalas létesítmények számára nyitott pászta (8. ábra) hatással van a levegő fizikai tulajdonságaira. A hatás mértéke a pászta tájolásától és szélességétől függ. A pásztában felgyorsul, és turbulenssé válik a légáramlás, valamint az iránya is megváltozik. A szél járulékos hatásként szárítja a talajt, és hatással van a pászta szélén lévő növényzetre. A pásztában és környezetében általában megnő a hőmérséklet, és lecsökken a relatív páratartalom [Coffin; 2007] [Koronikáné; 2008]. Ezek a hatások idővel mérséklődnek, ahogy a lombkorona valamilyen szinten záródik a pászta fölött. Egy középkorú bükk állományban nyitott 9 m széles pászta fölött a vizsgálatok szerint nagyjából 25 év alatt záródik a lombkorona [Potočnik et al.; 2008].

Az utakra általánosan megállapított hatástávolságok Pájer és munkatársai [1999] alapján:

- Zárt erdőben nyitott útpászta esetén a pászta szélétől 3-30 m széles sávban érzékelhetők a változások
- Idős, színtezetlen állományokban akár 50-100 m távolságra is elérhetnek a hatások

3.4. NÖVÉNYZET

A nyomvonalas létesítmények megépítéséhez területre van szükség. Az erdészeti utak az erdő talaján épülnek meg. Általában a létesítmény számára szükséges területsávban növények találhatók, amelyek az építés első szakaszában eltűnnek. Bevágás készítésekor a pászta szélén álló fák gyökérzete is sérülhet. Meredek, sziklás terepen a leguruló nagyobb kövek okozhatnak károsodást a növényzetben [Pájer és mtsai.; 1999] [Marosi; 2001] [Caliskan; 2013]. A megépült út korlátozhatja, elválaszthatja a jellemzően vegetatív úton terjedő növények élőhelyét [Pájer és mtsai.; 1999].

A pásztanyitás és a gépjármű-forgalom következtében az út mentén a növényzetet közvetett hatások is érhetik.

3.4.1. ELTŰNÉS

A megváltozott mikroklimatikus viszonyok miatt a szűk tűrőképességű növényfajok egyedei a „pásztahatás” területéről viasszaszorulnak [Koronikáné; 2008]. Az uralkodó szélirányra merőlegesen nyitott pászták szélén álló idős fákra az eredeti állapotnál erősebb szélnyomás nehezedik, aminek eredményeképp széldöntés, vagy széltörés következhet be [Pájer és mtsai.; 1999]. A pásztahatás mellett a vízviszonyok változása és a forgalom által kibocsátott szennyező anyagok megjelenése ezek hatásterületén bizonyos egyedek, vagy fajok eltűnéséhez vezethet. Sőt, azt is kimutatták, hogy egyes fajok megléte, vagy hiánya magyarázható az útburkolat építéséhez felhasznált anyagokkal is [Godefroid and Koedam; 2004]. Az úthálózat kiépítésével az erdőhasználat mértéke is megnövekszik, ami nem természetközeli gazdálkodás esetén szintén bizonyos fajok eltűnését okozhatja. Az úthálózat kiépítésével megnőhet a falopás veszélye is [Marosi; 2001].



8. ábra: Erdészeti feltáróút pásztája

3.4.2. KONDÍCIÓROMLÁS

A pászta szélén élő növények életfeltételei megváltoznak a mikroklimatikus viszonyok változásának köszönhetően. A megnövekedett napsugárzás miatt a hirtelen szabad állásba kerülő, vékony kérgű fafajok idős, vagy középkorú egyedein héjászás jelenhet meg. A jó regenerációs képességgel bíró fafajok a szabaddá vált oldalukon fattyúhajtásokat növesztenek, ami a nagy vízigény miatt akár a korona csúcscsúszadásához is vezethet. A szárazabbá váló talaj miatt a fák növekedése, valamint ellenálló képessége csökkenhet [Pájer és mtsai.; 1999].

3.4.3. ÚJ FAJOK MEGJELENÉSE

A pásztában és annak környékén megjelenő fajok általában a generalista, tápanyag-feldúsulást, bolygatást jelző, illetve taposástűrő növények közül kerülnek ki. Ezek a növények a pászta széléről indulva behatolnak az erdő belsejébe. Különböző faállományokat vizsgálva a kutatók nagyjából hasonló behatolási távolságokat állapítottak meg az újonnan megjelent fajokra. Általában azt a pásztaszéltől számított távolságot határozták meg, ahol még jelentős volt az új fajok előfordulása.

- Papp [1994]: Idős bükk állományban 6-8 m, szálinként 100 méterig
- Watkins et al. [2003]: 15 m, szálinként 150 méterig
- Koronikáné [2008]: Gyertyános tölgyes és bükkös állományban 15-20 m, 20-30 méterre már csak szálinként
- Lotfalian et al. [2012]: Vegyes lombos állományban 20 m, szálinként 100 méterig

Az útpásztában a lágyszárú növények szempontjából hosszú időre megváltoznak a környezeti viszonyok, így az új fajok az út mentén képesek terjedni. A terjedést a járművek is segítik, hiszen a járműre tapadva, vagy a szállított áruval is utazhatnak a növények szaporító képletei. Ezáltal nemkívánatos fajok juthatnak el az érzékeny társulásokba is, megváltoztatva azok állapotát. E folyamat miatt a nyomvonalas létesítmények „gyomfolyosó” szerepet tölthetnek be [Pájer és mtsai.; 1999] [Gucinski et al.; 2000] [Coffin; 2007] [Koronikáné; 2008].

Az abiotikus környezeti elemek változása sok esetben hatásláncolatot indít el a pászta közeli növényekben. A sérült, vagy legyengült fákat könnyebben fertőzik a gombák, vagy támadják meg a rovarok [Pájer és mtsai.; 1999].

Az erdészeti utak tervezésénél elsődleges szempont, hogy a műszaki megfelelés mellett minimális területfoglalással valósuljanak meg. Emiatt a pásztaszélességük is ritkán haladja meg a 15 métert. Ezt a szélességet a visszamaradó állomány idővel benövi, és ezzel a mikroklimatikus viszonyokat egyre jobban közelíti az erdőbelsőben uralkodó viszonyokhoz.

3.5. ÁLLATVILÁG

3.5.1. ELTŰNÉS

A nyomvonalas létesítmények területfoglalása bizonyos állatokra közvetlen hatással lehet. A pásztában fészkelő madarakra a pászta kitermelése jelent veszélyt, bár egyedpusztulásra csak fészkelési időszakban lehet számítani. A pászta talajában élő állatok a humuszos réteg eltávolításakor és a földmű kialakításakor károsodhatnak. A lassan mozgó állatok szintén áldozatul eshetnek az építésnek [Trombulak and Frissell; 2000].

3.5.2. ÉLŐHELYEK MEGSZŰNÉSE, ÚJAK KIALAKULÁSA

A létesítmény általában nem foglal el akkora területet, hogy az egy populáció teljes élőhelyét megszüntesse, ez a veszély csak kis élőhelyek érintettségekor áll fenn. A kicsi, érzékeny élőhelyek akár az ideiglenes területfoglalás hatására is kritikus mértékű, visszafordíthatatlan változást szenvedhetnek [Pájer és mtsai. 1999]. Ugyanakkor a pásztán az erdőbelsőből különböző élőhely alakul ki. Ez lehetőséget teremt új fajok megjelenésére, és ezzel a biodiverzitás növekedésére. Az útpásztában általában a kisemlősök és az erdőszegélyhez kötődő madárfajok, valamint rovarok jelennek meg nagyobb számban [Gucinski et al.; 2000] [Coffin; 2007]. Šálek és munkatársai [2010] megállapították, hogy az erdészeti utak mentén kialakuló szegélyszávok jelentősen növelhetik a madárfajok számát a területen, ha az útpászta elég széles (8 m fölött). Azt is kimutatták ugyanakkor, hogy a fajgazdagság alapján az útpászta nem tekinthető teljes értékű erdőszegélynek, hiszen az erdő és mezőgazdasági területek találkozásánál figyelték meg a legmagasabb fajszámot. A cserjék megjelenése játszotta a legnagyobb szerepet a fajszám növekedésében.

Az elzáródó csőáteresztők, valamint a mély nyomvályúk ideiglenes vizes élőhelyek kialakulását eredményezhetik.

3.5.3. ÉLŐHELYEK ELVÁLASZTÁSA, ÖSSZEKÖTÉSE

Jól ismert jelenség, hogy a közlekedési útvonalak bizonyos állatfajok vándorlását, mozgását korlátozzák [Fi; 2000]. Az erdészeti utak kis keresztmetszeti méretük és alacsony forgalmuk miatt teljes élőhely elválasztást csak ritkán okoznak. A rosszul kialakított vízfolyás keresztezések egyes populációk elkülönüléséhez vezethetnek [Pájer és mtsai.; 1999]. Egy Észak-amerikai felmérés megállapítása szerint a rosszul elhelyezett csőáteresztők egy halfaj élőhelyének 13%-át elérhetetlenné tették [Gucinski et al.;

2000]. Az erdészeti utak a szárazföldi, lassan mozgó, vagy talajlakó állatokra részleges élőhely elválasztó hatást gyakorolnak [Marosi; 2001]. Amerikai kutatók szalamandrakon mutatták ki a hatást. Megfigyelésük szerint a vizsgált egyedek fele nem jutott át a vizsgált erdészeti utakon. A meredek rézsűvel kialakított utakon ez az arány még rosszabb volt [Marsh et al.; 2005].

Az utaknak az elválasztó hatás mellett összekötő szerepe is lehet. Néhány kutató megfigyelte, hogy bizonyos állatok a mozgásuk során előnyben részesítik az utakat, vagy az útpáasztákat. Ennek egyrészt az lehetett az oka, hogy a pászta segítette a tájékozódást, másrészt télen azok az utak, amiről letakarították, vagy lejárták a havat, kényelmesebb előrejutást biztosítottak a nagytestű állatoknak. A harmadik ok az útpáasztában felmelegedő levegő lehet, amely könnyebbé teszi a repülő állatok számára a repülést [Gucinski et al.; 2000] [Trombulak and Frissell; 2000].

3.5.4. VIZES ÉLŐHELYEK MÓDOSÍTÁSA

Az erdészeti utakról jelentős mennyiségű hordalék érkezik a keresztezett vízfolyásokba, ezeken keresztül pedig a tavakba. A lebegő hordalék kiszűri a napfényt, ami a vízben oldott oxigénmennyiség csökkenéséhez vezet. A kevesebb oxigén a vízi állatok életfeltételeit általában rontja [Marosi; 2001]. A laza, nagyobb méretű kavicsos aljzat hézagait a leülepedő finom hordalék képes elzárni, kitölteni, miáltal ebben a rétegben a vízcserélődés csökken. Vannak olyan halfajok, melyek az ikráikat ebbe a laza rétegbe rakják. Az ikrák elpusztulnak, amennyiben nem jutnak friss, oxigéndús vízhez. Az érkező hordalék a tavakban felhalmozódhat. Ezzel búvóhelyeket szüntet meg, valamint csökkenti a tó térfogatát, és ezzel a haelartó képességét. A búvó és telelő helyeken felhalmozódott hordalék a békák egyedszámára is negatív hatással van. A lebegtetett hordalék miatt lecsökkenő algaprodukción pedig a vízi gerinctelenek életfeltételeit befolyásolja, hiszen ezek nagy többsége algákkal táplálkozik [Gucinski et al.; 2000].

3.5.5. ELÜTÉS

Közutakon a vadelütés a forgalom egyik legszembetűnőbb hatása. Az állatok az élőhelyük megközelítése, vagy táplálkozás céljából tartózkodnak az úton. Mivel a közutak szélesek, az állatoknak sokáig tart az átkelés, táplálkozással pedig szintén hosszú időt tölthetnek az úton. Emiatt itt viszonylag nagy az esélye az állat és jármű találkozásának [Coffin; 2007]. Az elütés másik fontos tényezője a gépjármű forgalom nagysága és sebessége. Mivel az erdészeti utakon kicsi a forgalom, és a megengedett sebesség általában 30 km/h, csak a nehezen észrevehető, lassú állatok vannak kitéve jelentős elütési veszélynek. A hullók és kétéltűek az erdészeti utakat testük hűtésére, vagy fűtésére is használják, ami miatt hosszú időt töltenek a burkolaton, vagy annak közelében. A kétéltűek a szaporodási időszakban vándorlásra kényszerülnek, ami sok esetben útkeresztezéssel jár. Ezért a hullók és a kétéltűek elütése a legvalószínűbb [Gucinski et al.; 2000].

3.5.6. ZAVARÁS, ZAJ

Utak környezetében a vadon élő állatok megváltoztatják a lakóhelyüket, amiből az utak zavaró hatására lehet következtetni. Ezt a hatást leginkább a forgalom zaja váltja ki, de megfigyeltek olyan esetet is, amikor az út, és a rajta haladó forgalom láthatósága okozta egy adott állatsoport távolabb költözését. A zaj hatása a különböző állatokra eltérő lehet attól függően, hogy milyenek a zaj tulajdonságai, és milyen az adott állat érzékenysége. A zaj legfontosabb tulajdonságai a spektrum, a jellemző frekvencia tartományok, és a hangnyomás mértéke. Vadon élő állatok zajtűréséről csak korlátozott információ áll rendelkezésre. Általánosságban elmondható, hogy azokra az állatokra van nagyobb hatással a zajszennyezés, melyek elsősorban hang útján kommunikálnak. A zavaró hatás nem feltétlenül végleges, hiszen az állatok képesek alkalmazkodni a megváltozott zajterheléshez [Pájer et al.; 1999] [Marosi; 2001] [Coffin; 2007].

3.5.7. VADÁSZATI NYOMÁS

Az úthálózattal elérhetővé tett erdőterületen a fahasználati tevékenységek mellett a vadgazdálkodási tevékenységek is könnyebben megvalósíthatók lesznek. Emiatt a jól feltárt erdőtümbökben a vadászható fajokra a zavaráson kívül növekvő vadászati nyomás is nehezedik. A tervezett vadgazdálkodás ugyan igyekszik figyelembe venni a természetes folyamatokat, és így egyensúlyt kialakítani, azonban az orvvadászok erre nincsenek figyelemmel. Emiatt a vad populációk belső, és a környezetükkel fennálló egyensúlya felborulhat [Gucinski et al.; 2000] [Trombulak and Frisser; 2000] [Marosi; 2001] [Coffin; 2007].

3.6. MŰVI KÖRNYEZET

A megépült erdészeti úthálózat által feltárt erdőterület a megnövekedett faanyagszállítás miatt a közúthálózatra bizonyos pontokon megnövekedett terhelést ró [Cenek et al.; 2012]. A nehézforgalom sokszor egy erdő mellett lévő település önkormányzati útján éri el a közúthálózatot. Ezeknek az utaknak az állapota a közutaknál gyorsabban romlik, mivel általában nem átmenő nehéz forgalomra lettek tervezve, így pályaszerkezetük sem ennek megfelelő teherbírású. A nehézforgalom által keltett rezgés károsan befolyásolhatja a forgalommal terhelt utak melletti épületeket.

3.7. EMBER

A feltárt erdőterület közelében élő lakosság számára az erdőgazdálkodás munkát, és ezzel megélhetést tud biztosítani. A megfelelő színvonalon kiépített erdészeti úthálózat lehetővé teszi a munkások és gépek biztonságos és gyors közlekedését, ami a hatékony erdőgazdálkodás elengedhetetlen feltétele. Ezen felül az időjárásbiztos utakon az erdőgazdálkodást felügyelő szervek, a katasztrófavédelem, valamint az erdészeti kutatásban dolgozók járművei is közlekedhetnek a termőtalaj és a növényzet jelentős károsítása nélkül [Marosi; 2001].

Az erdei környezet az emberek számára az egyik legfontosabb rekreációs lehetőséget jelenti. Úthálózat hiányában azonban az erdő távolabbi részeinek megközelítése, valamint a tájékozódás nehézkes. Sőt, a mozgásukban korlátozott emberek a kiépített utak hiányában csak nagyon nehezen tudnák élvezni az erdő jótékony hatásait. Az is igaz ugyanakkor, hogy a magas szolgáltatási színvonalú utak kiépítésével bizonyos területek látogatottsága olyan mértéket ölthet, ami sok embert már zavar a nyugodt pihenésben. Arról nem is beszélve, hogy a megnövekvő forgalom óhatatlanul is a természet szennyezéséhez, károsodásához vezet, ami tovább rontja az erdőlátogatás élményét [Gucinski et al.; 2000]. A turizmussal kapcsolatban megemlíthető, hogy az erdőben szerencsétlenül járt turisták mentése is sokkal hatékonyabban megoldható, ha rendelkezésre áll a gépjárművel járható úthálózat. Ez természetesen igaz a balesetet szenvedett erdőgazdasági dolgozók mentésére is [Marosi 2001]. A rendszeres erdőlátogatásnak az egészségmegőrzésben is fontos szerepe van. Ezért az erdészeti úthálózatok hozzájárulhatnak az erdő közelében élő, vagy oda látogató lakosság egészséges életmódjához.

Gucinski és munkatársai [2000] említenek még egy erdészeti utakkal kapcsolatos hatást, ami az embereket éri. A nyomvonalas létesítmények hatására a vizekben megnövekvő hordalékmennyiség befolyásolja az ivóvíz készletek minőségét, ami a vizet használó lakosság egészségi állapotára lehet káros hatással. A vizet természetesen szűrhetik, ez azonban többlet energia-befektetést igényel.

3.8. KÖRNYEZETI ELEMEGYÜTTESEK

A legtöbb környezeti hatás nem kizárólag egy környezeti elem állapotában okoz változást. Egy környezeti elem állapotváltozása közvetett hatással lehet más elemek állapotára is. Emiatt vannak olyan hatások, melyeket a környezeti elemeknél magasabb szinten, az elemegyüttesek szintjén is meg kell vizsgálni.

3.8.1. ÖKOSZISZTÉMA

Azokat az elemegütteseket, amelyekben a természeti jellegű elemek dominálnak, a környezeti hatásvizsgálat gyakorlatában ökoszisztémának nevezik [Pájer; 1998]. Az erdészeti úthálózatok leginkább az erdei és a vízi ökoszisztémákra vannak hatással.

A környezeti elemek vizsgálatánál többször felmerült a pásztanyitás, mint a változást kiváltó ok. Ez a tevékenység megváltoztatja a talaj, a víz és a mikroklimatikus viszonyokat, valamint ezzel együtt az állati és növényi populációk életkörülményeit is. Ezzel az erdei ökoszisztéma helyett egy más minőség, az erdőszegély jelenik meg. Hasonlóan összetett hatás figyelhető meg a vízi ökoszisztémák vizsgálatakor. A lefolyási viszonyok megváltozása fokozott hordalékképződéshez és árhullámokhoz vezet az erdészeti utak által keresztezett vízfolyásokban. Ez egyrészt befolyásolja az itt élő állatokat, másrészt hatással van a befogadó állóvizekre, és azok élővilágára is [Koronikáné; 2008].

Az erdei ökoszisztémákban nagy kárt tehet a vegetációtűz. Magyarországon az erdőtüzek kialakulása 80-90%-ban emberi hatással, ezen belül is a mezőgazdasági területen végzett égetés kontrolálatlanná válásával magyarázható [Nagy; 2004a]. Az erdészeti úthálózatok kettős szerepet játszanak az erdőtűz kialakulásában és terjedésében:

Az erdészeti utak egyrészt hozzájárulnak a tűz terjedésének megállításához. Az elég széles pásztával rendelkező, jól karbantartott utak pásztájában nincs elég éghető anyag, valamint a fák koronái sem érnek össze, emiatt a tűz nem tud tovább terjedni [Curt and Delcros; 2010]. Arra nézve, hogy a pászta szélén átalakult növényzet súlyosbítja, vagy mérsékli a tűzkárt, kutatások bizonyították, hogy az esetek többségében a mérséklő hatás érvényesül [Narayanaraj and Wimberly; 2013]. Az időjárásbiztos, nehézforgalom elviselésére alkalmas úthálózaton a tűzoltó járművek felvonulása jóval könnyebb, mintha a terepen kellene megközelíteniük a tüzet. A tűzpásztaként is funkcionáló utakról indulva eredményesen lehet védekezni az erdőtüzek ellen [Nagy; 2004b].

Másrészt az úthálózat kiépítése hozzájárulhat az erdőtüzek kialakulásához. Az erdőtüzek kialakulásának okait vizsgálva megállapították, hogy az emberi eredetű tüzesetek legnagyobb számban az erdészeti utak környezetében, és a településekhez közel fordultak elő. Ezzel szemben a természetes eredetű tüzek az utakkal kevésbé behálózott erdőterületen alakultak ki. Megállapították ugyanakkor, hogy a természetes eredetű tüzek nagyobb területre terjedtek ki, több kárt okoztak. Ebből azt a következtetést vonták le, hogy az erdészeti úthálózat összességében inkább segíti az erdőtűz által okozott károk mérséklését [Narayanaraj and Wimberly; 2012].

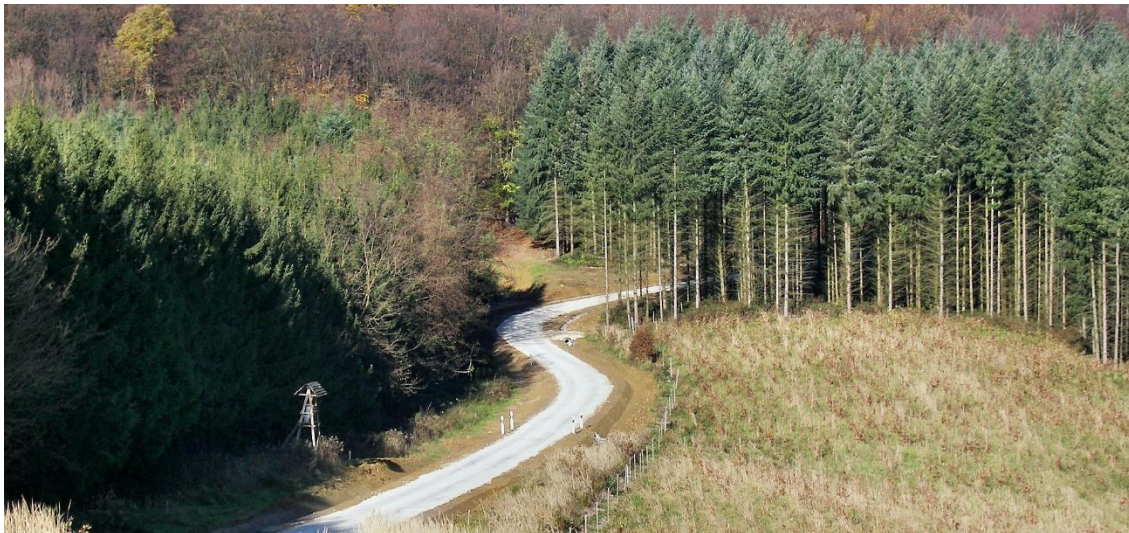
Az erdészeti úthálózatok a tűz mellett más természeti katasztrófa (pl. rovarkár) elhárításában is szerepet játszhatnak, ezzel elősegítik a környezetükben található ökoszisztémák fennmaradását.

3.8.2. TELEPÜLÉS

Azokat a környezeti elemegütteseket, amelyekben az emberi és a művi elemek dominálnak, környezeti hatásvizsgálat gyakorlatában településnek nevezik [Pájer; 1998]. Az erdészeti úthálózat kiépítésével az emberek életminősége emelkedik, ami jó hatással lehet a művi környezet állapotára is. Így a település szintjén megállapítható, hogy az erdészeti úthálózatok a művi környezetre gyakorolt közvetlen negatív hatásuk ellenére összességében inkább pozitív hatást fejtenek ki.

3.9. TÁJ

A környezeti hatásvizsgálatok gyakorlatában a környezeti rendszer legnagyobb léptékű vizsgálati egysége a táj. A táj magába foglalja a természeti és a művi elemeket, valamint az embert, ugyanúgy, ahogy az ökoszisztémákat és a településeket is [Pájer; 1998]. A nyomvonalas létesítmények földművei közvetlenül, és közvetve is megváltoztatják a domborzati és a tájképi viszonyokat. Mesterséges voltukból adódóan a táj művi jellegét erősítik. A jó vonalvezetés, a tájba illesztett műtárgyak és a feladatnak megfelelő útsűrűség ezt a hatást jelentősen csökkenthetik (9. ábra). Az úthálózat kiépítése hozzájárulhat az új, vagy addig nem jelentős tájhasználati formák térnyeréséhez.



9. ábra: Erdészeti feltáróút látképe

Az erdészeti úthálózat a táj egészére nézve és a mikrotájra is csak jelentéktelen, illetve mérsékelt hatásokkal bír [Pájer és mtsai.; 1999].

4. KÖRNYEZETVÉDELMI SZABÁLYOZÁS

A környezeti elemekben és elemegyüttesekben bekövetkező változásokat megvizsgálva megállapítható, hogy az erdészeti utak hatásai legrosszabb esetben is csak mérsékeltnek mondhatók. Ez egyrészt az erdészeti utak jellegéből következik, hiszen viszonylag kis forgalmat kell kiszolgálniuk alacsony szolgáltatási színvonal mellett, ami lehetővé teszi a technológiai minimumot közelítő kiépítést. Másrészt az erdészeti utak építésére vonatkozó szabályozások biztosítják a környezet- és természetvédelmi szempontok érvényesülését. Törvényi erejű szabályozás a 2009. évi XXXVII. törvény (erdőtörvény) és az ehhez tartozó 153/2009. FVM rendelet, az 1996. évi LIII. törvény (természetvédelmi törvény), valamint az 1995. évi LIII. törvény (környezetvédelmi törvény) és az ehhez tartozó 314/2005. (hatásvizsgálati) kormányrendelet. Ezek mellett az erdészeti utak tervezői hatályos szabályozás híján általában elfogadják, és betartják az Erdészeti Utak Tervezési Irányelveiben (EUTI) foglaltakat. A törvényi szabályozásokról általánosan elmondható, hogy az arányos létesítmények megépülését csak akkor nem támogatják, ha azok kiemelten értékes természeti területet érintenek, illetve várható hatásuk jelentős. A várható hatásokat és azok mértékét a 314/2005. kormányrendelet alapján környezeti hatásvizsgálattal kell megállapítani. A rendelet az erdőterület igénybevétel hatásvizsgálatát akkor tartja szükségesnek, ha az a 10 hektárt meghaladja. Ez az érték nagyjából egy 10 km hosszú átlagos erdészeti út területfoglalásának felel meg. Az erdészeti utak ezt a hosszt ritkán érik el, amiből arra lehet következtetni, hogy a jogalkotó általános esetben nem számol jelentős hatással. Az erdőtörvény a nyomvonalas létesítmények hatásai közül a talajt érő hatások mérséklésére tartalmaz előírásokat. Eszerint a nyomvonalas létesítmények építésekor a talajtömörödést és az eróziót meg kell akadályozni, valamint – a végrehajtási rendelet értelmében – a létesítmény területén található humuszos talaj mentéséről gondoskodni szükséges. A végrehajtási rendelet az úthasználatot is szabályozza, amivel az utak társadalomra gyakorolt hatásait kívánja kiegyensúlyozni. Az EUTI-ben az ökológiai szempontok a pásztaszélesség minimalizálásában, illetve a vízviszonyok maximális figyelembevételében jelennek meg.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Az erdészeti úthálózat a tartamos erdőgazdálkodás, és az erdei rekreáció elengedhetetlen része [Kosztka és mtsai.; 2003], ezért amíg a társadalom nagymértékben igényt tart az erdő javaira, addig az úthálózatok környezeti hatásaival számolni kell. Az erdészeti utak hatással vannak a természeti és az

ember alkotta környezetre, valamint magára az emberre is. A hatások a különböző környezeti elemek szempontjából lehetnek pozitívak és negatívak. Az erdészeti úthálózat pozitív hatásai az erdőterület megközelíthetőségével kapcsolatosak. Lehetővé teszik az erdészeti, és egyéb járművek, valamint más erdőbe látogatók gyors és biztonságos közlekedését, amivel a termőterületet nagyrészt mentesítik a forgalom káros hatásai alól. Biztosítják a faanyag hozzáférhetőségét, valamint a katasztrófa elhárítás számára nélkülözhetetlen útvonalakat. A közforgalmú szállítópályákkal ellentétben az erdészeti utak csak kis forgalmat szolgálnak ki. Emiatt kiépítési színvonaluk a technológiai minimumot közelíti, és ezzel együtt területfoglalásuk, és a környezetre gyakorolt negatív hatásuk is jóval elmarad közforgalmú utakétól. A negatív hatások közül az irodalmak tartalma és mennyisége alapján a vízviszonyok megváltoztatása a legjelentősebb, mivel ez egy hosszú hatásláncolat elindítója. Erdészeti utak létesítésénél már a tervezési fázisban sokat tehet a tervező az út negatív hatásainak csökkentéséért. A jól meghatározott forgalmi szerep, és forgalmi terhelés lehetővé teszi a lehető legkisebb keresztmetszeti méretek alkalmazását. A terephez jól illeszkedő vonalvezetéssel elkerülhető a szükségtelenül nagy töltések és bevágások kialakulása, ami az út területfoglalását csökkenti, valamint biztosítja a földmű állékonyosságát. A vízelvezetés tervezésekor az erdőmérnök képes felmérni, és minimalizálni a várható ökológiai hatásokat. A helyesen megválasztott vízfolyás keresztezések szükségtelenné teszik a nagyméretű, bonyolult műtárgyak építését, amivel nem csak az ökológiai, hanem az ökonómiai hatások is mérsékelhetők. Erdészeti utak építésekor törekedni kell az arányos gépek alkalmazására, valamint a technológiai fegyelem betartására. Ezzel biztosítható, hogy az átgondoltan megtervezett út valóban minimális hatást gyakoroljon a környezetre.

Összességében tehát elmondható, hogy a tervezési és jogszabályi előírások, valamint a technológiai fegyelem betartásával létesülő erdészeti utak úgy szolgálják a társadalom javát, hogy közben a természeti környezetet csak kis mértékben változtatják meg.

6. IRODALOM

Borga, M., Tonelli, F., Fontana, G. dalla, Cazorzi, F. (2005): Evaluating the influence of forest roads on shallow landsliding. *Ecological Modelling*, 187: 85-98.

Brown, K. R., Aust, W. M., McGuire, K. J. (2013): Sediment delivery from bare and gravel forest road stream crossing approaches in the Virginia Piedmont. *Forest Ecology and Management*, 310: 836-846.

Caliskan, E. (2013): Environmental effects of forest road construction on mountainous terrain. *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 10:23.

Cenek, P; Henderson, R; McIver, I; Patrick, J (2012): Modelling of extreme traffic loading effects. *New Zealand Transport Agency research report 499*. 55 pp.

Coffin, A. W. (2007): From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography*, 15: 396-406.

Csáfordi P., Pödör A., Bug J., Gribovszki Z. (2012): Soil erosion analysis in a small forested catchment supported by ArcGIS Model Builder. *Acta Sylvatica et Lignaria Hungarica*, Vol. 8, 2012. ps. 39-55.

Curt, T. and Delcros, P. (2010): Managing road corridors to limit fire hazard. A simulation approach in southern France. *Ecological Engineering*, 36: 457-465.

Daigle, P. (2010): A summary of the environmental impacts of roads, management responses, and research gaps: A literature review. *BC Journal of Ecosystems and Management*, 10 (3): 65-69.

Fi I. (2000): Utak és környezetük tervezése. *Műegyetemi Kiadó, Budapest*. 379 o.

Forman, R. T. T. and Alexander, L. E. (1998): Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29: 207-231.

Gribovszki, Z., Kalicz, P., Kucsara, M. (2006): Streamflow Characteristics of Two Forested Catchments in Sopron Hills. *Acta Sylvatica et Lignaria Hungarica*, Vol. 2. 2006. p. 81-92.

- Gruszowski, K. E., Foster, I. D., Lees, J. A., Charlesworth, S. M. (2003): Sediment sources and transport pathways in a rural catchment, Herefordshire, UK. *Hydrological Processes*, 17: 2665–2681.
- Gucinski, H., Furniss, M. J., Ziemer R. R., Brookes, M. H. (szerk.) (2000): Forest roads: A synthesis of scientific information. United States Department of Agriculture Forest Service.
- Hosseini, S. A., Lotfi, M., Lotfalian, M., Kavian, A., Parsakhoo, A., (2011): The effect of terrain factors on landslide features along forest road. *African Journal of Biotechnology*, 10 (64): 14108-14115.
- Jordán, A. and Martínez-Zavala, L. (2007): Soil loss and runoff rates on unpaved forest roads in southern Spain after simulated rainfall. *Forest and Ecology Management*, 255: 913-919.
- KHVM – Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium, Közúti Főosztály (1996): Közúti Közlekedési Füzetek 13: Utak és a környezet – A világbank kézikönyve alapján. Útgazdálkodási és Koordinációs Igazgatóság, Budapest. 98 o.
- Kisfaludi B. (megjelenés alatt): Erdészeti utak forgalmának meghatározása kamerás megfigyeléssel. *Erdészettudományi Közlemények*. Várható megjelenés: 2014.
- Koronikáné P. J. (2008): Az útkörnyezet hatásterjedést befolyásoló szerepe természeti területeken. Doktori értekezés. Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron.
- Kosztka M.; Markó G. és Péterfalvi J. (2003): Feltáráshálózat tervezése a Börzsönyben dinamikus hálózattervezéssel. *Közúti és Mélyépítési Szemle* 53 (9): 22-26.
- Kosztka M. (2009): Erdészeti útépités: Erdészeti utak építése. Egyetemi tankönyv. Országos Erdészeti Egyesület, Budapest. 320 o.
- Kosztka M. (2012): Erdészeti útépités: Erdészeti utak tervezése. Egyetemi tankönyv. Országos Erdészeti Egyesület, Budapest. 319 o.
- Kucsara M (2013): Az erdészeti utak menti szegélyárok szakaszolása az eróziómentes hossz alapján. *Útügyi Lapok*, 2: 1. cikk. <http://utugylapok.hu/cikkek/az-erdeszeti-utak-menti-szegelyarok-szakaszolasa-az-eroziomentes-hossz-alapjan/> (Utolsó letöltés: 2014. 11. 10.)
- Kucsara M., Péterfalvi J., Gribovszki Z, Kalicz P. Markó G., Makkai Zné., Balázs L. (2013): Műszaki és ökológiai szempontokat figyelembe vevő új tervezési technológia és irányelv kidolgozása az erdészeti utak víztelenítésére és vízi-környezetbe illesztésére. Tanulmány, NYME-ERFARET Nonprofit Kft., Sopron. 72 o.
- La Marche, J. L. and Lettenmaier, D. P. (2001): Effects of forest roads on flood flows in the Deschutes River, Washington. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26: 115-134.
- Lotfalian, M. Riahifar, N., Fallah, A., Hodjati, S. M. (2012): Effects of roads on understory plant communities in a broadleaved forest in Hyrcanian zone. *Journal of Forest Science*, 58 (10): 446-455.
- Luce, C. H. (2002): Hydrological processes and pathways affected by forest roads: what do we still need to learn? *Hydrological Processes*, 16: 2901-2904.
- Magyar Közút Nonprofit Zrt. (2010): A közúti forgalom figyelemmel kísérése 2010. KÖZLEKEDÉS Fővárosi Tervező Iroda, Budapest. 302 o. Dokumentum hivatkozási száma: 4329-01-FOR-FUV-01-002-03
- Marosi Gy. (2001): Erdészeti utak hatásainak elemzése. Doktori értekezés. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron.
- Marsh, D. M., Milam, G. S., Gorham, N. P., Beckman, N. G. (2005): Forest roads as partial barriers to terrestrial salamander movement. *Conservation Biology*, 19 (6): 2004-2008.
- Motha, J. A., Wallbrink, P. J., Hairsine, P. B., Grayson, R. B. (2003): Determining the sources of suspended sediment in a forested catchment in southeastern Australia. *Water Resources Research*, 39 (3): 1056.
- Nagy D. (2004a): Erdőtűzek megelőzése a nemzetközi tapasztalatok tükrében. *Védelem*, XI (3): 34-35.

- Nagy D. (2004b): Az erdőtűzoltás fejlesztési lehetőségei a nemzetközi tapasztalatok tükrében. *Védelem*, XI (4): 43-46.
- Narayanaraj, G., and Wimberly, M. C. (2012): Influences of forest roads on the spatial patterns of human- and lightning-caused wildfire ignitions. *Applied Geography*, 32: 878-888.
- Narayanaraj, G., and Wimberly, M. C. (2013): Influences of forest roads and their edge effects on the spatial pattern of burn severity. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 23: 62-70.
- Papp V. (1994): Az erdei út hatása környezetére. Tanulmány, Miskolc.
- Parsakhoo, A., Lotfalian, M., Kavian, A., Hosseini, S. A. (2014): Prediction of the soil erosion in a forest and sediment yield from road network through GIS and SEDMODL. *International Journal of Sediment Research*, 29: 118-125.
- Pájer, J. (1998): Környezeti hatásvizsgálatok. Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron. 138 o.
- Pájer J., Szabó I., Kosztka M., Nyári L., Molnár A., Winkler D. (1999): Környezeti hatáselőrejelzési tanulmány erdészeti feltáróút természeti területen való létesítéséhez. Tanulmány. Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezettudományi Intézet, Sopron
- Pájer J., Koronikáné P. J., Papp Gy., Varga F. (2007): A környezeti hatásvizsgálat módszertanának és alkalmazásának fejlesztése, II. kötet: Szállítópályák környezeti hatásai. Kutatási zárójelentés. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Környezeti erőforrás-gazdálkodási és –védelmi Kooperációs Kutatási Központ, Sopron. 95 o.
- Pájer J., Király A. és Király G. (2012): Eseti vizsgálati dokumentáció a Cák-velemi erdészeti feltáróút felújítása és lejárók kiépítése projekt NATURA 2000 területre gyakorolt hatásai jelentőségének meghatározásához. NymE Környezet- és Földtudományi Intézet, Környezetvédelmi Tanszék, Sopron.
- Potočnik, I., Pentek, T., Pičman, D., Papa, I., Poje, A. (2008): Filling in the clearance of a forest road cross-section in beech forest. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 29 (1): 53-62.
- Šálek, M., Svobodová, J., and Zasadil, P. (2010): Edge effect of low-traffic forest roads on bird communities in secondary production forest in central Europe. *Landscape Ecology*, 25: 1113-1124.
- Sheridan, G. J. and Noske, P. J. (2007): A quantitative study of sediment delivery and stream pollution from different forest road types. *Hydrological Processes*, 21: 387-398.
- Sidle, R. C., Sasaki, S., Otsuki, M. Noguchi, S., Nik, A. R. (2004): Sediment pathways in a tropical forest: effects of logging roads and skid trails. *Hydrological Processes*, 18: 703-720.
- Tague, C. and Band, L. (2001): Simulating the impact of road construction and forest harvesting on hydrologic response. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26: 135-151.
- Trombulak, S. C. and Frissell, C. A. (2000): Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*, 14 (1): 18-30.
- Watkins, R. Z., Chen, J., Pickens, J., Brososke, K., D. (2003): Effects of roads on understory plants in a managed hardwood landscape. *Conservation Biology*, 17 (2): 411-419.
- Wemple, B. C., Swanson, F. J., and Jones, J. A. (2001): Forest roads and geomorphic process interactions, Cascade Range, Oregon. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26: 191-204.
- Ziegler, A. D., Sutherland, R. A. and Giambelluca, T. W. (2001): Interstorm surface preparation and sediment detachment by vehicle traffic on unpaved mountain roads. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26: 235-250