METSÄTEHON katsaus

15/1991

TALVIPAINON MERKITYS PUUTAVARAN AUTOKULJETUKSELLE

Jari Kivistö

Kahtena talvena tiehallitus on myöntänyt luvan korotetun yhdistelmäpainon (60 tonnia) käyttöön kaikissa autokuljetuksissa. Puutavaran kuljetukset ovat vilkkaimmillaan talvella, jolloin korotettua yhdistelmäpainoa voidaan hyödyntää joko (1) siirtämällä kelirikkoaikaisia kuljetuksia talveen ja pitämällä kaluston määrä samalla ennallaan tai (2) vähentämällä kalustoa vilkkaimpana kuukautena eli maaliskuussa. Jos sovelletaan talven 1990 - 1991 aikarajoja, merkitsee ensimmäinen vaihtoehto pelkästään puutavaran kuljetuksessa, että tierasitus on 4 % pienempi ja kuljetuskustannukset ovat noin 30 milj. mk pienemmät kuin ilman talvipainon käyttöä. Toinen vaihtoehto taas merkitsee, että tierasitus kasvaa 1 %, kuljetuskustannukset pienenevät noin 54 milj. mk ja kaluston määrää voidaan vähentää 7 %. Käytännössä puutavarankuljetuksia siirretään talveen ja kaluston määrää vähennetään talvipainon käytön ansiosta maksutavan, kaluston ja olosuhteiden mukaan.

Talvella korotettu paino tuo myös muita etuja kuin suoranaisia kustannussäästöjä; ajokilometrimäärän vähenemisen myötä saasteiden määrä vähenee ja onnettomuusriski pienenee.

Kuva 1. Korotettu yhdistelmäpaino helpottaa puutavaran talvista kuljetusruuhkaa ja mahdollistaa kelirikkoaikaisten puutavarankuljetusten osittaisen siirtämisen talveen. Valok. Oy Sisu-Auto Ab

JOHDANTO

Vuoden 1990 alusta lähtien ajoneuvoyhdistelmän suurin sallittu kokonaispaino on ollut 56 tonnia. Lisäksi ajoneuvoasetuksessa on tiehallitukselle annettu mahdollisuus myöntää lupa 60 tonnin kokonaispainon käyttöön maan jäätyneenä ollessa. Nämä kokonaispainorajat koskevat vain niitä ajoneuvoyhdistelmiä, joissa on seitsemän akselia. 6-akselisille yhdistelmille suurin sallittu kokonaispaino on edelleenkin 48 tonnia.

Jo kahtena talvena tiehallitus on myöntänyt luvan korotetun yhdistelmäpainon käyttöön tiettynä aikana. Lupa on koskenut kaikkia yleisiä teitä sekä lupapäätöksen liitteessä erikseen mainittuja kaupunkien katuja ja kuntien kaavateitä. Suostumukset muilta tienpitäjiltä - kaupungeilta ja kunnilta - on pyydetty erikseen. Talvella 1990 - 1991 lupa-aika oli Lapin, Oulun, Keski-Suomen, Kuopion ja Pohjois-Karjalan lääneissä 1.12.1990 - 31.3.1991 ja muissa lääneissä 15.12.1990 - 15.3.1991.

Korotettua, 60 tonnin kokonaispainoa on lupapäätösten mukaan saanut käyttää, jos

- kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmässä on seitsemän akselia
- ajoneuvoyhdistelmän kokonaispainoksi on katsastuksessa hyväksytty 60 tonnia
- ajoneuvoasetuksen mukaisia suurimpia sallittuja akseli-, teli- ja kokonaispainoja sekä perävaunun ja auton painosuhdetta ei ylitetä
- liikennemerkein osoitettuja paino- ja muita rajoituksia noudatetaan
- suostumuksensa antaneiden tienpitäjien määräämiä aikoja, muita rajoituksia ja poikkeavia ehtoja noudatetaan.

Korotetun talvipainon käyttölupia myönnettäessä tavoitteena on ollut, että kokonaistierasitus vähenee, kun kelirikkoaikaisia kuljetuksia siirretään aikaan, jolloin maa on jäässä. Kun tie on jäätynyt, liikenne aiheuttaa sen rakenteeseen jännitystä ja muodonmuutoksia, joiden arvo on Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen, VTT:n tutkimusten mukaan 15 - 30 % sulan maan aikaisista arvoista. Toisaalta talvipainon käyttö vaikuttaa tarvittavaan kuljetuskaluston määrään ja kuljetuskustannuksiin.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, mitä yhdistelmäpainon korottaminen talvella vaikuttaa puutavaran autokuljetukseen eli miten paljon kalustoa tarvitaan, kuinka suuret ovat kuljetuskustannukset ja miten paljon tierasitus muuttuu. Tämä katsaus on lyhennelmä Helsingin yliopiston metsäteknologian laitokselle tehtävästä opinnäytetyöstä. Tutkimus tehtiin Metsätehon toimeksiannosta, ja sitä ohjasivat metsänhoitajat Teppo Oijala ja Olavi Pennanen. Tiehallituksen tutkimuskeskuksen yhteyshenkilönä toimi dipl.-ins. Matti Pietilä.

TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ

Tutkimus toteutettiin laskennallisesti aiempaan tutkimusaineistoon perustuen. Puutavaran kuukausittaiset autokuljetusmäärät ja tuoretiheydet saatiin Metsätehon maksuperusteselvityksestä (Metsätehon moniste 4.6.1990 ja katsaus 10/1990). Siinä selvitettiin eri puutavaralajien tuoretiheyksien vuodenaikaista ja alueellista vaihtelua sekä puutavaran autokuljetusten kausittaisia kuljetusmääriä 1.11.1988 - 31.10.1989, ja sen aineistona ollut puumäärä käsitti runsaat 90 % tuona aikana autolla kuljetetusta puumäärästä. Kuljetusmatkat saatiin vuoden 1989 kaukokuljetustilastosta (Metsätehon moniste 8.10. 1990). Lisäksi käytettävissä oli tierasituksen laskentaan liittyvää materiaalia.

Tarkastelu tehtiin suoraan tehtaille, uittoon ja rautatieasemille kuukausittain autoilla kuljetetuista puutavaramääristä. Tarkasteltavat tunnukset olivat: kaluston määrä, kokonaiskuljetuskustannukset sekä kokonaistierasitus talvipainoa käytettäessä ja ilman talvipainoa. Lisäksi vertailtiin keskenään erilaisia ajoneuvoyhdistelmätyyppejä tunnuslukujen suhteen olettaen, että aineistona ollut puumäärä kuljetettaisiin vain yhdellä yhdistelmätyypillä.

Kun autokaluston tarvetta laskettiin, otettiin huomioon kuukausittain kuljetettavat puumäärät, kuljetussuoritteet, yhdistelmien kantavuudet ja käytännön näkökohdat kaluston käytössä. Yhden auton kuukausittaiseksi tehoajaksi oletettiin kolmessa vuorossa 420 tuntia (21 työpäivää à 20 työtuntia). Ajokerta-ajaksi laskettiin kuorman koosta riippumatta tehtaalle 284 min, rautatielle 192 min ja uittoon 206 min.

Kokonaiskuljetuskustannukset laskettiin käyttäen Metsätehon kehittämää autokuljetusten kustannuslaskentamallia, Aukustia.

Kun tierasituksia laskettiin, käytettiin VTT:n tutkimuksen mukaisia kuormituskertalukuja eli kuormitusekvivalentteja (taulukko). Ne on määritetty akselikohtaisesti seuraavalla tavalla:

- Etuakselille $E = (P/8.0)^4$
- Parirengasakselille $E = (P/10.0)^4$
- Teliakselille $E = (P/18.0...20.0)^4$
- Kolmiakselille $E = (P/25.0)^4$

P on akseli-/telipaino ja kuormitusekvivalentti E on sen aiheuttama rasitus muunnettuna 10 tonnin painoisen parirengastuksen yksittäisakselin rasitukseksi (jolloin E:n arvo on 1.00).

Kun maa oli jäätynyt, tierasituksena käytettiin 25 %:a sulan maan aikaisesta rasituksesta. Kaavoista ilmenee, että akselipainon ylittyessä tierasitus kasvaa neljänteen potenssiin. Laskentatapa on kuitenkin yleistävä, sillä eksponentti vaihtelee mm. päällysteen kunnon ja lämpötilan mukaan välillä 2 - 9 (joustavat päällysteet).

Kaikki tunnusluvut laskettiin sekä olemassaolevalle kalustojakaumalle (1/3 4-aks. auton ja 3-aks. perävaunun yhdistelmiä sekä 2/3 3-aks. auton ja 4-aks. perävaunun yhdistelmiä) että erilaisille yhdistelmätyypeille kokonaispainoltaan 48 tonnin 3-aks. auton ja 3-aks. perävaunun yhdistelmästä aina 70 tonnin painoiseen 4-aks. auton ja 4-aks. perävaunun yhdistelmään saakka. Jälkimmäisissä laskelmissa oletettiin, että koko aineistona ollut puumäärä kuljetetaan vain yhdellä yhdistelmätyypillä.

TAULUKKO Kuormituskertaluvut eri yhdistelmätyypeille sulan maan aikana, kun ajetaan täyden kantavuuden mukaisella kuormalla

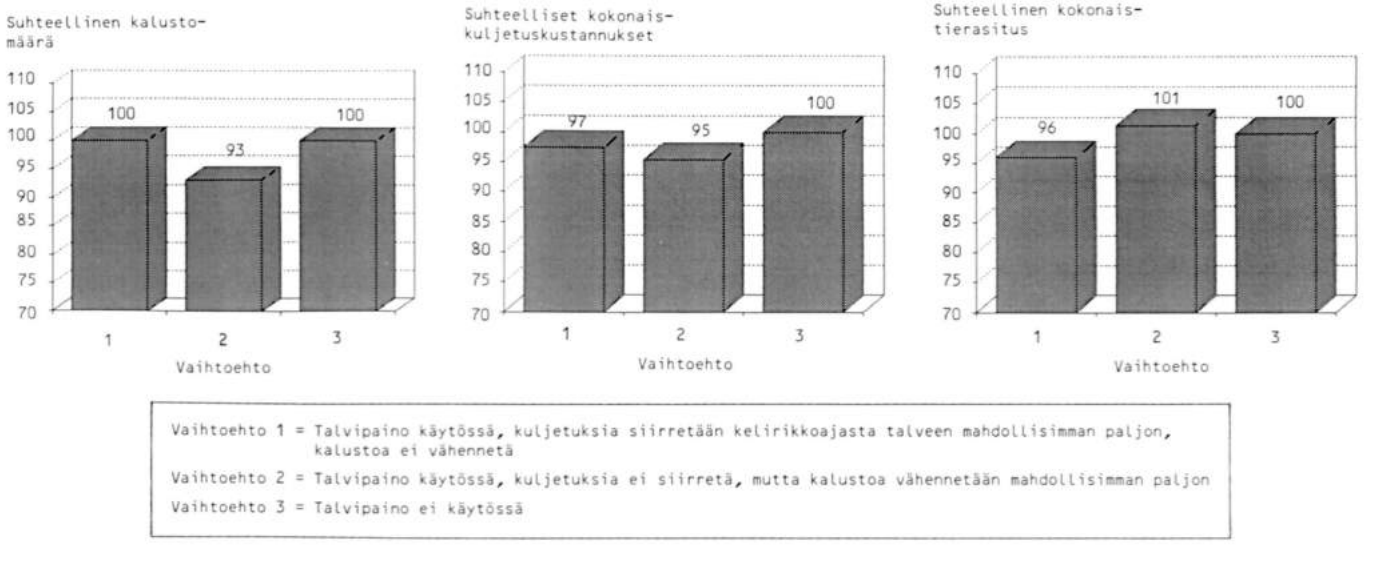
Yhdistelmätyyppi	Kuormitus-kertaluku	Kuormituskerta-luku/kuormatonni
3-aks. auto ja 3-aks. perävaunu (48 t)	2.35	0.08
3-aks. auto ja 4-aks. perävaunu (56 t)	2.42	0.06
4-aks. auto ja 3-aks. perävaunu (56 t)	2.71	0.07
3-aks. auto ja 4-aks. perävaunu (60 t)	3.04	0.07
4-aks. auto ja 3-aks. perävaunu (60 t)	3.30	0.08
4-aks. auto ja 4-aks. perävaunu (70 t)	3.85	0.08

TULOKSET

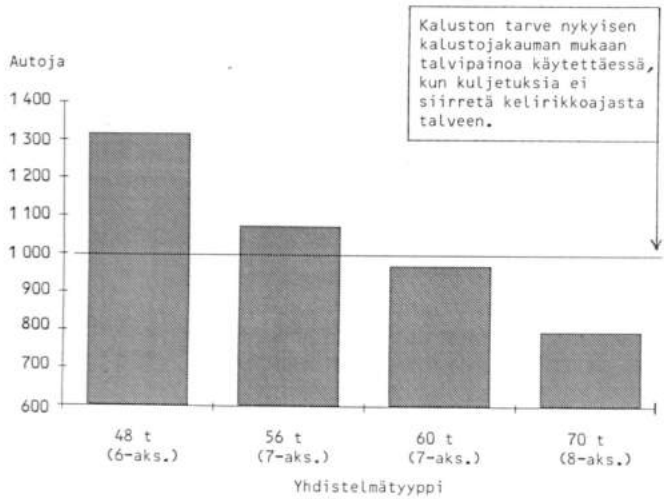
Kaluston tarvetta laskettaessa ratkaiseva kuukausi on maaliskuu, jolloin kuljetusmäärä on suurimmillaan. Kun käytetään talvipainoa ja kuljetuksia siirretään kelirikkoajasta talveen, tarvittava kalustomäärä ei muutu (kuva 2). Jos talvipainoa hyödynnetään kalustoa vähentämällä - enintään 75 yhdistelmää - kuljetuksia ei siirretä talveen.

Kokonaiskuljetuskustannukset ovat nykyisen kalustojakauman mukaan talvipainoa käytettäessä 54 milj. mk pienemmät kuin ilman talvipainon käyttöä. Tässäkin laskelmassa oletettiin, ettei kuljetuksia siirretä kelirikkoajasta talveen. Jos kuljetuksia siirretään talveen mahdollisimman paljon siten, ettei kalustomäärää vähennetä lainkaan, kokonaiskuljetuskustannukset ovat 30 milj. mk pienemmät kuin ilman talvipainon käyttöä.

Kokonaistierasitus pysyy likimain samana, kuljetettiinpa nykyisen yhdistelmäjakauman mukainen vuotuinen puumäärä talvipainoa käyttäen tai ilman, ellei kuljetuksia siirretä kelirikkoajasta talveen. Kun käytetään talvipainoa, kokonaistierasitus on 1 % suurempi kuin ilman talvipainon käyttöä. Jos kuljetuksia sen sijaan siirretään kapasiteetin sallimissa rajoissa kelirikkoajoista talveen talvipainon käytön mahdollistamana, on kokonaistierasitus 4 % pienempi kuin ilman talvipainon käyttöä.



Kuva 2. Suhteelliset kalustomäärät, kuljetuskustannukset ja tierasitukset eri vaihtoehdoissa nykyisen kalustojakauman mukaan



Kuva 3. Autokaluston tarve eri yhdistelmätyyppien mukaan maaliskuun kuljetustarpeen perusteella. Kuljetettava puumäärä vuodessa 37.3 milj. m^3

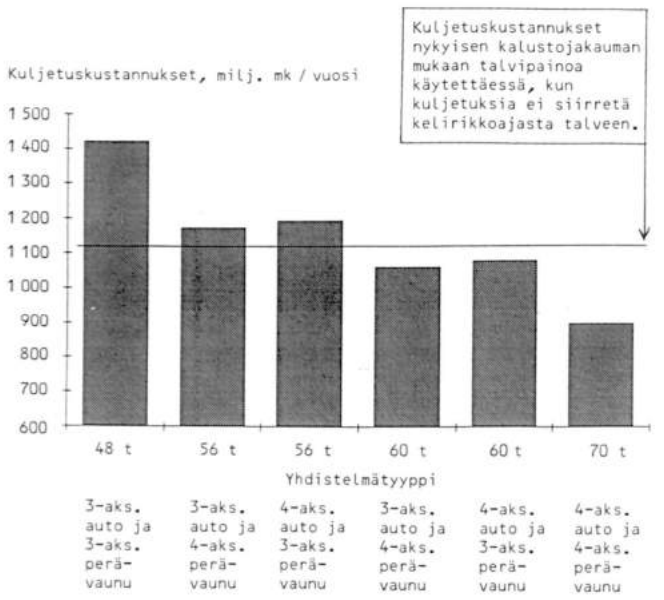
Eri yhdistelmätyyppien vertailussa mukana on myös kokonaispainoltaan 70 tonnin 4-aks. auton ja 4-aks. perävaunun yhdistelmä. Se on kuitenkin ajoneuvoasetuksen mukaan kokonaispainoltaan liian suuri käytettäväksi Suomen teillä. Yhdistelmätyyppien vertailussa ilmenee, että autokaluston tarve pienenisi noin 40 %, jos puut kuljetettaisiin kokonaispainoltaan 70 tonnin eikä 48 tonnin yhdistelmillä (kuva 3). Kun siirrytään 56 tonnin yhdistelmistä (talvipaino ei käytössä) 60 tonnin yhdistelmiin, tarvitaan autokalustoa noin 10 % vähemmän. Kuljetuskustannukset pienenisivät noin 527 milj. mk (37 %), kun puutavaraa kuljetettaisiin kokonaispainoltaan 70 tonnin yhdistelmillä 48 tonnin kokonaispainoisten yhdistelmien sijasta (kuva 4).

Kun eri yhdistelmien aiheuttamia kokonaistierasituksia vertailtiin, kävi ilmi, että vuotuinen kokonaistierasitus olisi pienin silloin, kun koko puumäärä kuljetettaisiin kokonaispainoltaan 56 tonnin 3-aks. auton ja 4-aks. perävaunun yhdistelmällä (kuva 5). Eniten tierasitusta taas aiheuttaisi 60 tonnia painavan 4-aks. auton ja 3-aks. perävaunun muodostaman yhdistelmän käyttö.

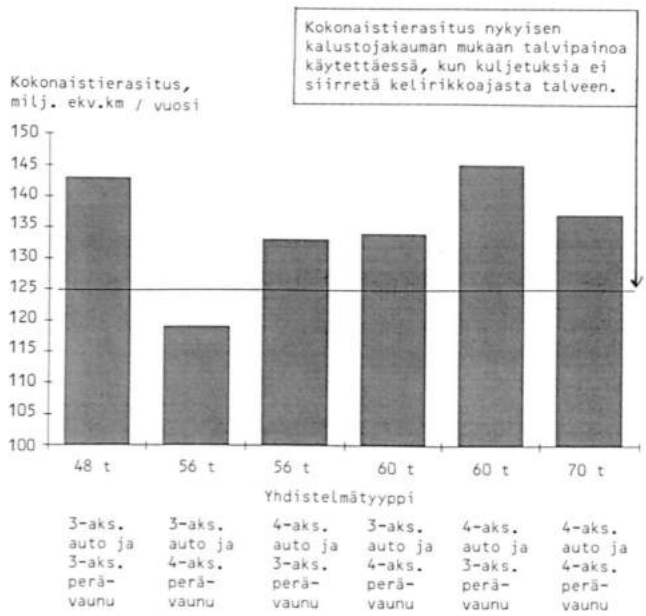
TARKASTELU

Jos talvipainoa käytetään mutta kuljetuksia ei siirretä kelirikkoajoista jäätyneen maan kauteen, tarvitaan autokalustoa kokonaistierasituksen merkittävästi lisääntymättä huomattavasti vähemmän ja kokonaiskuljetuskustannukset ovat selvästi pienemmät. Jos taas kuljetuksia siirretään mahdollisimman paljon pois kelirikkoajasta kaluston määrää vähentämättä, pienenee vuotuinen kokonaistierasitus olennaisesti. Todellisuudessa kuljetuksia siirrettäneen jonkin verran pois kelirikkoajasta, mutta samanaikaisesti myös kaluston määrä vähenee jonkin verran ja siten myös kuljetuskustannukset pienenevät. Silloin talvipainon käytöstä on etua sekä kuljetuksenantajille että tienpitäjille. Lisäksi talvipainon käyttöä puoltaa se, että ajokilometrien määrä vähenee ja sen vuoksi saasteiden määrä vähenee ja onnettomuusriski pienenee.

Yhdistelmien vertailuissa kaluston määrä ja kokonaiskuljetuskustannukset pienenevät lähes suoraviivaisesti, kun yhdistelmän kokonaispaino kasvaa. Sen sijaan kokonaistierasituksessa on poikkeamia eri yhdistelmien



Kuva 4. Kokonaiskuljetuskustannukset eri yhdistelmätyyppien mukaan. Kuljetettava puumäärä vuodessa 37.3 milj. m^3



Kuva 5. Kokonaistierasitus eri yhdistelmätyyppien mukaan. Kuljetettava puumäärä vuodessa 37.3 milj. m^3

välillä. 4-aks. auton ja 3-aks. perävaunun yhdistelmä aiheuttaa akselistorakenteen ja tierasituksen laskennan perusteella suuremman tierasituksen kuin 3-aks. auton ja 4-aks. perävaunun yhdistelmä. 70 tonnin painoinen, 8-akselinen yhdistelmä ei rasita teitä juurikaan niitä enempää, sillä silloin akselimäärä lisääntyy ja ajokertamäärät vähenevät.

Kuljetettavana ollut puumäärä oli tutkimuksessa 37.3 milj. m^3. Se oli 93 % vuonna 1989 Suomessa kaikkiaan kuljetetusta raakapuumäärästä. Siksi tutkimuksen tuloksena saadut tunnusluvut eivät aivan suoraan kuvaa todellista, koko vuoden kaikki autokuljetukset kattavaa tilannetta. Aineisto on kuitenkin riittävä luotettavien tulosten saamiseksi, kun vertaillaan tunnuslukuja keskenään talvipainoa käytettäessä ja ilman talvipainon käyttöä sekä kun vertaillaan erilaisia yhdistelmätyyppejä keskenään.

Kun kokonaistierasitusta laskettiin, maan oletettiin olevan jäätyneenä talvipainon voimassaoloaikojen mukaisesti eri osissa maata. Vuosittaiset ja alueelliset erot maan jäätymisessä ovat kuitenkin usein huomattavia, joten yleistäminen aiheuttaa virhettä todelliseen tilanteeseen nähden. Päällysteen lämpötilan aleneminen jäätymättäkin vähentää akseleiden rasituksen siirtymistä tien runkoon.

Kun laskettiin kokonaiskuljetuskustannuksia, tehtiin terminaaliajoissa, polttoaineen kulutuksessa ja ajonopeudessa yleistyksiä, jotka vaikuttanevat kustannuksiin kuitenkin varsin vähän. Samoin oletettiin, että kuormatila riittää läpi vuoden kantavuudenmukaisen kuorman tekoon.

Asiasanat: autokuljetus, tierasitus, lainsäädäntö

Metsäteho Review 15/1991

THE EFFECTS OF GREATER WINTER WEIGHT ON TIMBER TRANSPORTS

As of January 1990, the greatest permissible total weight of a truck-trailer combination on Finnish roads is 56 tons. The motor vehicle legislation, however, allows the Roads Administration to grant permission for a 60 ton limit while the roads are frozen. This permission has been granted during two winters for a specified time: for four months in Northern Finland and for three months in Southern Finland.

The aim of the study was to determine the effects of the raised weight limit on timber transports from the point of view of the number of trucks, the total transportation costs as well as the total stress on the road structure.

Timber transports are at their liveliest during the winter. At that time, the raised weight could be used for 1) transporting more timber during the winter, and less during the spring thaw, thereby keeping the number of trucks the same, or 2) reducing the number of trucks during the liveliest month, i. e. March. If the time limits for the winter season 1990 - 1991 are applied, the first alternative, when calculated for timber transports alone, means that the stress on the road structure is 4 % smaller and the transportation costs are about 30 million marks lower than without increased weight limits. The latter alternative again means that the stress on the road structure increases by 1 %, transportation costs go down by 54 million marks and the number of trucks may be reduced by 7 %. In practice, both alternatives are used in combination: more timber is transported during the winter season and the number of trucks is reduced.

In winter, the increased weight limit also brings other advantages than direct cost savings; with a reduction in the number of driving miles, pollution levels go down and the risk for accidents is reduced.

Key words: truck transport, road stress, legislation

METSÄTEHO

SUOMEN METSÄTEOLLISUUDEN KESKUSLIITTO RY:N PUUNHANKINNAN JA -TUOTTAMISEN TUTKIMUS- JA KEHITYSYKSIKKÖ
PL 194 (Fabianinkatu 9 B) • 00131 HELSINKI • Puhelin (90) 658 922

ISSN 0357-4326

HELSINKI 1991 PAINOVALMISTE