

4.7 Testamentin tekijälle olisi myös annettava tietyissä rajoissa mahdollisuus valita perintöönsä sovellettava lainsäädäntö, esimerkiksi sen valtion lainsäädäntö, jonka kansalainen hän on (tai yhden niistä), tai sen valtion lainsäädäntö, jossa hän asuu.

4.8 Komitea katsoo lopuksi, että olisi aiheellista jatkaa komission yksiköiden aloittamaa erinomaista vertailutyötä ja päivittää vertailut säännöllisesti yhteisön verkkosivuilla. Ne tulisi myös kääntää riittävän monelle kielelle, jotta niistä olisi hyötyä oikeusalan ammattilaisille, julkishallinnon virkamiehille sekä kansainvälisiä perintöasioita käsitteleville virkamiehille ja tuomareille. Jokaisesta luvusta tulisi myös tehdä tiivistelmä, joka auttaisi kansainvälisen testamentin laatimista suunnittelevia Euroopan unionin kansalaisia ja heidän perillisiään ymmärtämään peruseriaatteet.

Bryssel 26. lokakuuta 2005

Euroopan talous- ja sosiaalikomitean  
puheenjohtaja  
Anne-Marie SIGMUND

### **Euroopan talous- ja sosiaalikomitean lausunto aiheesta ”Perinteisten energiamuotojen hiilen, öljyn ja maakaasun tilanne ja näkymät tulevassa energialähteiden yhdistelmässä”**

(2006/C 28/02)

Euroopan talous- ja sosiaalikomitea päätti 10. helmikuuta 2005 työjärjestyksensä 29 artiklan 2 kohdan nojalla laatia lausunnon aiheesta ”Perinteisten energiamuotojen hiilen, öljyn ja maakaasun tilanne ja näkymät tulevassa energialähteiden yhdistelmässä”.

Asian valmistelusta vastannut ”liikenne, energia, perusrakenteet, tietoyhteiskunta” -erityisjaosto antoi lausuntonsa 1. syyskuuta 2005. Esittelijä oli Gerd **Wolf**.

Euroopan talous- ja sosiaalikomitea hyväksyi 26.–27. lokakuuta 2005 pitämässään 421. täysistunnossa (lokakuun 26. päivän kokouksessa) seuraavan lausunnon. Äänestyksessä annettiin 119 ääntä puolesta ja 1 vastaan 3:n pidättyessä äänestämästä.

Komitea on äskettäin antanut useita lausuntoja<sup>(1)</sup> energia-alaan liittyvistä näkökohdista. Koska valtaosa tähänastisesta energiahuollosta perustuu edelleen fossiilisiin energialähteisiin eli hiileen, öljyyn ja maakaasuun, joita käytettäessä on otettava huomioon niiden saatavuus sekä ilmastovaikutteiset kaasupäästöt, tarkastellaan käsillä olevassa lausunnossa kyseisiä ”perinteisiä” energialähteitä.

perusteet realististen vaihtoehtojen laatimiselle, kun pohditaan tulevia energialähteiden yhdistelmiä.

Myöhemmin on määrä antaa lausuntosarjan tuloksiin perustuva tiivistelmälausunto aiheesta ”EU:n energiahuolto: optimaalista energialähteiden yhdistelmää koskeva strategia”.

Energia-alaa koskevien lausuntojen sarja päättyy uusiutuvia energialähteitä koskevaan sekä käsillä olevaan lausuntoon. Kyseisen lausunnosarjan strategisena tavoitteena on tarjota

### **Sisällysluettelo**

- 1 Tiivistelmä ja suositukset
- 2 Energiakysymys

<sup>(1)</sup> Ks. lausunnot aiheista ”Uusiutuvien energiamuotojen edistäminen: toimintakeinot ja rahoitusvälineet” (EUVL C 108, 30.4.2004), ”Ydinvoiman merkitys sähköntuotannossa” (EUVL C 112, 30.4.2004), ”Fuusioenergia” (EUVL C 302, 7.12.2004) ja ”Geotermisen energian käyttö – maalämpö” (EUVL C 110, 30.4.2004).

- 3 Energiavarat ja -resurssit sekä niiden riittävyys
- 4 Energiavarat EU:n ulkopuolella — tuontiriippuvuus
- 5 EU:n energiakulutuksen kehitys
- 6 Hiili, öljy ja maakaasu kestävässä energialähteiden yhdistelmässä
- 7 Ympäristön- ja ilmastonsuojelu
- 8 Teknologinen kehitys
- 9 Hiilidioksidin erottaminen ja loppusijoitus

## 1. Tiivistelmä ja suositukset

1.1 Nykyinen elintapamme ja kulttuurimme perustuu hyödynnettävään energiaan. Vasta energian riittävä saatavuus on mahdollistanut nykyisen elintason. Lissabonin strategian sekä Göteborgissa ja Barcelonassa kokoontuneen Eurooppa-neuvoston päätelmien toteuttaminen edellyttää ehdottomasti, että energiahuolto on turvattu, edullista, ympäristöä säästävää ja kestävä.

1.2 Fossiiliset polttoaineet hiili<sup>(2)</sup>, öljy ja maakaasu ovat nykyisin niin Euroopassa kuin koko maailmassa energiahuollon ydin. Ne säilyttävät merkityksensä myös tulevina vuosikymmeninä ja ovat näin ollen edelleen välttämättömiä.

1.3 Fossiilisten polttoaineiden valmistus ja käyttö saastuttavat kuitenkin ympäristöä aiheuttamalla ennen kaikkea kasvi-huonekaasupäästöjä, etenkin hiilidioksidi- ja metaanipäästöjä. Näin myös kulutetaan uusiutumattomia resursseja.

1.4 Fossiilisten energialähteiden käyttö on johtanut siihen, että Eurooppa on erittäin riippuvainen kyseisten tärkeiden raaka-aineiden tuonnista. Etenkin öljyn ja myös maakaasun tuonti lisääntynee tulevaisuudessa edelleen.

1.5 Kaikkien hiili-, öljy- ja maakaasuvarojen ja -resurssien arvioitu riittävyys<sup>(3)</sup> lasketaan useiden tekijöiden perusteella (talouskasvu, maaperätutkimus, tekninen kehitys). Kyseiset raaka-ainevarat riittävät vielä vuosikymmeniksi (hiilivarat ehkä jopa sadoiksi vuosiksi), mutta etenkin öljyvarat saattavat ehtyä jo ennen kuluvan vuosisadan puoliväliä, mikä vähentäisi öljyn tarjontaa. Öljymarkkinoiden nykyinen kehitys osoittaa, että vaikeasti ennustettavia hinnannousuja, jotka vaikuttavat huomattavasti kansantalouksiin<sup>(4)</sup>, voi tapahtua nopeastikin.

1.6 EU:n energiapolitiikassa on yhtäältä tehtävä kaikki mahdollinen energiariippuvuuden vähentämiseksi pitkällä aika-

välillä etenkin säästötoimien ja kaikkien energialähteiden entistä tehokkaamman käytön avulla. Lisäksi on hyödynnettävä nykyistä enemmän vaihtoehtoisia energialähteitä, kuten uudistuvaa energiaa ja ydinenergiaa. Vaihtoehtoisten energialähteiden kehittäminen on erityisen tärkeää.

1.7 EU:n energiapolitiikassa on toisaalta kaikin keinoin panostettava fossiilisten polttoaineiden saannin ja saantikana-vien varmistamiseen. Erityisen ongelmallista tässä yhteydessä on joidenkin keskeisten öljyntuottajamaiden poliittinen epäva-kaus. Tätä taustaa vasten yhteistyö Venäjän federaation, IVY-maiden, Lähi- ja Keski-idän maiden sekä EU:hun rajoittuvien maiden (kuten Algerian ja Libyan) kanssa on erityisen tärkeää.

1.8 Euroopan huomattavien hiilivarojen nykyistä laajamittai-semppi hyödyntäminen voi vähentää tuontiriippuvuutta.

1.9 Toimivilla unionin sisämarkkinoilla sekä ilmastonsuo-jelua edistävien soveltuvien toimien muodostamassa kehityksessä fossiilisia polttoaineita käytettäisiin aloilla, joille ne erityisomi-naisuksiensa ja kulloisenkin hinta- ja kustannustason perus-teella soveltuvat. Näin ollen niitä hyödynnetään erityisen tehok-kaasti myös taloudelliselta ja energiatuotannon kannalta.

1.10 Tämän vuoksi hiiltä käytetään pääasiassa terästeollisuus-dessa ja voimalaitoksissa, kun taas öljyä ja maakaasua hyödyn-netään ennen kaikkea lämmöntuotannossa ja muilla kuin ener-gian tuotantoon suuntautuvilla aloilla. Liikennealalla käytetään eniten öljytuotteita.

1.11 Energialähteiden yhdistelmässä niukat ja joustavasti hyödynnettävät raaka-aineet eli öljy ja maakaasu tulisi näin ollen kohdentaa — esimerkiksi liikenteen polttoaineena ja kemianteollisuuden raaka-aineena — aloille, joilla hiilen käyttö aiheuttaa lisäkustannuksia, kuluttaa energiaa ja saa aikaan hiili-dioksidipäästöjä.

1.12 Tuoteyksikkökohtaisia hiilidioksidipäästöjä (esimerkiksi 1kg CO<sub>2</sub>/kWh, 1 t CO<sub>2</sub>/t terästä, 1 g CO<sub>2</sub>/henkilöautolla ajettu kilometri) on jatkuvasti vähennettävä hyödyntämällä tekniikan edistysaskeleita. Tämä edellyttää energiatehokkuuden paranta-mista kaikessa energian muuntamisessa ja käytössä.

1.13 Energia- ja talouspolitiikan on tarjottava vakaat edelly-tykset investoinneille, joilla pyritään parantamaan niin teolli-suuden ja elinkeinoelämän kuin kotitalouksien käyttämää tekniikkaa.

<sup>(2)</sup> Rusko- ja kivihiili.

<sup>(3)</sup> Ks. luku 3.

<sup>(4)</sup> Investointipankki Goldman Sachs'n huhtikuussa 2005 julkaiseman selvityksen mukaan öljyn hinta voi olla huomattavan nousuvaiheen alussa. Pankki katsoo, että hinta voi nousta 105:een Yhdysvaltojen dollariin barreilta. Vuodeksi 2005 odotettiin 50 dollarin hintaa, vuodeksi 2006 taas 55 dollarin hintaa; 29.8.2005 hinta oli kuitenkin jo yli 70 dollaria barreilta.

1.14 Euroopassa tarvitaan tulevina vuosikymmeninä uusia voimalaitoksia, jotka pystyvät tuottamaan noin 400 gigawatin sähkötehon<sup>(5)</sup>. Hiilidioksidipäästöjen ja polttoainekulutuksen rajoittamiseksi tai vähentämiseksi uudet voimalaitokset on varustettava parhaalla käytettävissä olevalla tekniikalla.

1.15 Liikennealalla on toteutettava kaikki toimet ajoneuvo-kohtaisen polttoainekulutuksen vähentämiseksi (kulutus kilometriä kohti) ja kokonaiskulutuksen kasvun pysäyttämiseksi. Tämä edellyttää sekä teknistä kehitystä monilla ajoneuvojen valmistukseen ja polttoaineiden tuotantoon liittyvillä aloilla että ruuhkien ehkäisemistä (teiden ja tunnelien rakentaminen, ohjausjärjestelmät) ja liikenteen vähentämistä<sup>(6)</sup>. Myös sähkökäyttöisten liikennevälineiden, kuten sähköjunien, käytön lisääminen vähentää riippuvuutta öljystä, sillä näin voidaan hyödyntää useita erilaisia primäärienergiälähteitä (hiili, kaasu, uusiutuvat energiat, ydinenergia).

1.16 Jotta tehokkuutta voidaan parantaa energia-alalla, on alan ja julkisen sektorin tukemin toimenpitein vahvistettava etenkin fossiilisia polttoaineita käyttäviä voimalaitoksia koskevaa tutkimus- ja kehittämistoimintaa.

1.17 Komitea onkin tyytyväinen seitsemättä t&k-puiteohjelmaa koskevan ehdotuksen aihealueeseen "energia". Sille tulisi myöntää riittävät varat, ja sen tulisi kattaa kaikki mahdolliset energiatekniikat. Aihealueeseen tulisi etenkin sisällyttää toimia, joilla parannetaan fossiilisten polttoaineiden hyötysuhdetta, sillä näin voidaan saada aikaan huomattavaa kokonaisuhyötyä.

1.18 Myös fossiilisia energialähteitä hyödyntävässä sähkön-tuotannossa voidaan tuotettua energiayksikköä kohti syntyneitä hiilidioksidipäästöjä vähentää huomattavasti pitkällä aikavälillä, jos hiilidioksidi erotetaan ja loppusijoitetaan (*Clean Coal Technology*). Tämän vuoksi kyseisten menetelmien kehittäminen ja testaaminen seitsemännessä t&k-puiteohjelmassa on erityisen tärkeää.

## 2. Energiakysymys

2.1 Nykyinen elintapamme ja kulttuurimme perustuu hyödynnettävään energiaan<sup>(7)</sup>. Vasta energian riittävä saatavuus on mahdollistanut nykyisen elintason. Lissabonissa, Göteborgissa ja Barcelonassa kokoontuneen Eurooppa-neuvoston päätelmien yhteisenä perustekijänä on turvatun, edullisen,

<sup>(5)</sup> Ajanmukaisissa voimalaitoksissa voimalayksiköiden tuottama sähköteho on yleensä enintään yksi gigawatti (GW). Yksi gigawatti (GW) on 100 megawattia (MW) tai miljoona kilowattia (kW) tai miljardi wattia (W). Wattisekunti (WS) vastaa yhtä joulea (J), yksi kilowattitunti (kWh) siis 3,6 miljoonaa joulea (tai 3,6 megajoulea). Näin ollen yksi megajoule (MJ) on noin 0,28 kilowattituntia (kWh).

<sup>(6)</sup> Liikenteen vähentämisen ja kuljetusten välttämisen merkityksestä ks. myös lausunto CESE 93/2004.

<sup>(7)</sup> Energiaa ei kuluteta, vaan sitä hyödynnetään muuntamisen yhteydessä. Tämä tapahtuu soveltuviin muuntamisprosesseihin, joita ovat esimerkiksi hiilen polttaminen, tuulienergian muuntaminen sähköksi tai fissioreaktio (energiansaanti;  $E=mc^2$ ). Puhutaan myös energiahuollosta, energiantuotannosta tai energiankulutuksesta.

ympäristöä säästävän sekä kestävän ja hyödynnettävään energiaan perustuvan energiahuollon välttämättömyys.

2.2 Komitea on useaan otteeseen todennut, että energian käyttöön asettaminen ja hyödyntäminen rasittaa ympäristöä, tuo mukanaan riskejä sekä johtaa ulkopoliittiseen riippuvuuteen ja ennakoimattomuuteen. Mikään niistä vaihtoehdoista ja tekniikoista, jotka voivat osaltaan turvata energiahuollon tulevaisuudessa, ei ole teknisesti täydellinen, ympäristön kannalta täysin haitaton, kaikkiin tarpeisiin soveltuva tai riittävän pitkällä aikavälillä hintakehitykseltään ja saatavuudeltaan arvioitavissa. Lisäksi on otettava huomioon raaka-ainevarojen ja -resurssien ehtyminen ja kaikki siihen liittyvät seuraukset. Ongelman odotetaan selkeästi kärjistyvän, kun maapallon väestö kasvaa, energiankulutus kehitysmaissa suurenee ja etenkin uusien teollisuusmaiden, kuten Kiinan, Intian ja Brasilian, energiantarve lisääntyy voimakkaasti.

2.3 Unionin ennakoivan energiapolitiikan keskeisenä tavoitteena tuleekin olla pitkällä aikavälillä varmistettu, ympäristöä säästävä ja kilpailukykyinen energiahuolto. Edellä mainituista syistä unionin energiapolitiikkaa ei voida rajoittaa aiempaa harvempien energialähteiden hyödyntämiseen. Energiansaanti-vaikeuksiin ja muihin riskeihin voidaan vastata vain monipuolisella ja kattavalta alueelta peräisin olevalla energialähteiden yhdistelmällä, jonka yhteydessä hyödynnetään ja kehitetään kaikkia saatavilla olevia energialähteitä ja tekniikoita, jotta ne lopulta voivat hyväksyttävien ekologisin edellytyksin kilpailla keskenään muuttuvissa olosuhteissa.

## 3. Energiavarat ja -resurssit sekä niiden riittävyys

3.1 Noin neljä viidesosa maailman — kuten myös 25 jäsenvaltion EU:n (jäljempänä EU25) — energiahuollosta perustuu fossiilisten energialähteiden eli öljyn, maakaasun ja hiilen käyttöön.

3.2 Yleisesti ottaen tulevaa kehitystä koskevat ennusteet perustuvat oletuksiin tulevasta demografisesta ja taloudellisesta kehityksestä, tutkimus- ja tuotantotekniikoiden edistyksestä sekä yksittäisissä valtioissa kulloinkin vallitsevista poliittisista perusedellytyksistä. Näin ollen ennusteiden erot johtuvat näkökulmasta ja toisinaan myös erilaisista intresseistä. Tämä koskee etenkin ydinenergiaa sekä uusiutuvien energioiden tukitoimien laajuutta.

3.2.1 Pariisissa sijaitsevan Kansainvälisen energiajärjestön (IEA) sekä Yhdysvaltain energiaministeriön energia-asiaintiedotuselimen (*Energy Information Administration*, EIA) vuonna 2004 esittämien ennusteiden <sup>(8)</sup> mukaan vielä 25 vuoden päästä mainitut fossiiliset energialähteet kattavat maailman energiankulutuksesta yli 80 prosenttia.

3.2.2 Vaikka uusiutuvia energioita käytetään yhä enemmän, niiden osuus energiankulutuksesta ei IEA:n ja EIA:n arvioiden mukaan kuitenkaan kasva energian kokonaiskulutusta voimakkaammin, vaan pysyy vakiona. Myös ydinenergian käytön odotetaan nykyasuuntauksen mukaan absoluuttisesti hieman kasvavan, mutta kasvu jää kuitenkin kulutuksen kokonaiskehitystä alhaisemmaksi, mikäli poliittiset perusedellytykset eivät Euroopassa muutu oleellisesti. IEA ja EIA ennustavatkin, että ydinenergian osuus maailman energiankulutuksesta tulee jopa alenemaan.

3.2.3 Euroopan komissio julkaisi syyskuussa 2004 EU25:tä koskevan ennusteen (*baseline scenario*) <sup>(9)</sup>, jossa — IEA:n ja EIA:n esittämästä maailmanlaajuisesta suuntauksesta poiketen — oletetaan, että uusiutuvien energioiden osuus energian kokonaiskulutuksesta EU25:ssä kasvaa 6 prosentista 9 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä. Koska komissio kuitenkin arvioi ydinenergian osuuden alenevan EU25:ssä, tulee sekin ennusteessa siihen tulokseen, että EU25:n energiankulutuksesta vuonna 2030 katetaan vielä yli 80 prosenttia fossiililla energialähteillä.

3.3 Fossiiliset energialähteet ovat uusiutumattomia raaka-aineita. Jotta voidaan arvioida, miten kauan öljy, maakaasu ja hiili voivat säilyttää keskeisen asemansa, on tarkasteltava fossiilisten energialähteiden varantoa.

3.4 Tätä varten on määriteltävä käsitteitä ja mittasuureita. Käsitteinä käytetään ilmauksia **varat**, **resurssit** ja **varannot**. Energialähteiden mittasuureina käytetään erilaisia yksiköjä <sup>(10)</sup>. Öljyn osalta käytettäviä yksiköjä ovat tonni tai barreli, hiilen osalta metrinen tonni tai kivihiilielkivivalenttonni ja maakaasun osalta kuutiometri tai kuutiojalka. Kyseisiä energialähteitä vertailtaessa käytetään niiden energiasisältöä, kuten joulea (J) tai wattisekuntia (Ws).

<sup>(8)</sup> (IEA) *World Energy Outlook 2004*, s. 57: "Fossil fuels will continue to dominate global energy use. Their share in total demand will increase slightly, from 80 % in 2002 to 82 % in 2030".

(EIA) *International Energy Outlook*, huhtikuu 2004, [<http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/>]; "The IEO2004 reference case projects increased consumption of all primary energy sources over the 24-year forecast horizon" (kuva 14 ja liite A, taulukko A2).

<sup>(9)</sup> Euroopan komissio, [[http://europa.eu.int/comm/dgs/energy\\_transport/figures/scenarios/doc/chapter\\_1.pdf](http://europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/figures/scenarios/doc/chapter_1.pdf)], "EU-25 energy and transport reference case to 2030 (baseline)", sivu 9, taulukko 1-8.

<sup>(10)</sup> 1 kg öljyä = 42,7 MJ; 1 kg toe = 29,3 MJ; 1m<sup>3</sup> maakaasua Hu = 31,7 MJ (joule (J) ja megajoule (MJ) selostettu tarkemmin alaviiteessä 3).

3.5 **Kokonaisvarantoon** (*Estimated Ultimate Recovery*, EUR) kuuluvat koko maankuoren hyödynnettävissä olevat energiaraaka-aineet ennen kuin ihminen alkoi hyödyntää niitä. Kyseessä on arvio, ja asiantuntijat voivat päätyä toisistaan poikkeaviin tuloksiin. Mitä paremmin maankuori kuitenkin tunnetaan ja mitä tarkemmiksi tutkimusmenetelmät tulevat, sitä paremmin arviot vastaavat toisiaan.

3.6 Kokonaisvarantoon luetaan vain hyödynnettävissä olevat esiintymät. Hyödyntäminen riippuu kuitenkin käytettävissä olevista tekniikoista ja niiden kannattavuudesta ja voi näin ollen lisääntyä tekniikan kehittymisen myötä. Kun kokonaisvarannosta vähennetään tähän mennessä jo hyödynnetyt raaka-aineet, saadaan **jäljellä oleva varanto**.

3.7 Jäljellä oleva varanto koostuu **raaka-ainearaaloista** ja **resursseista**. **Raaka-ainearaaloja** ovat ne energiaraaka-aineet, jotka on löydetty ja joiden hyödyntäminen nykyisin käytettävissä olevin teknisin mahdollisuuksin on taloudellisesti kannattavaa. **Raaka-aineresursseihin** luetaan sekä energiaraaka-aineet, jotka on löydetty mutta joiden hyödyntäminen ei vielä ole taloudellisesti ja/tai teknisesti mahdollista, että raaka-aineet, joita ei ole vielä varmasti löydetty mutta joiden voidaan geologian perusteella olettaa olevan olemassa.

3.8 Julkisessa keskustelussa raaka-ainearat ovat etusijalla, sillä niiden perusteella määritellään energialähteiden riittävyys. Kun energiavarat suhteutetaan niiden nykyiseen vuosittaiseen hyödyntämiseen, saadaan niin sanottu arvioitu riittävyys. Kyseistä menetelmää käyttäen voidaan arvioida maailman energiavarojen riittävyys, joka on öljyn osalta noin 40, maakaasun osalta noin 60 ja hiilen osalta noin 200 vuotta.

3.9 Varat ja niiden arvioitu riittävyys eivät kuitenkaan ole kiinteitä suureita. Kun raaka-ainearojen lasketaan riittävän arveltua vähemmäksi aikaa, niitä aletaan etsiä aiempaa enemmän, ja raaka-aineresurssit muuttuvat teknisen kehityksen myötä raaka-ainearoiksi (esimerkiksi 1970-luvulla öljyn arveltiin riittävän runsaaksi 30 vuodeksi.)

3.10 Arvioidut öljyresurssit ovat kaksi kertaa öljyvaroja suuremmat. Maakaasu- ja hiiliresurssit ovat puolestaan maakaasu- ja hiilivaroja kymmenkertaisesti suuremmat.

3.11 Fossiilisten energiaraaka-aineiden tulevasta saatavuudesta kertoo myös niiden kokonaisvarannosta jo hyödynnetyt osuus. Kun kyseinen osuus ylittää 50 prosenttia kokonaisvarannosta eli kun saavutetaan ns. *Depletion Mid Point*, tuotantoa on vaikea enää lisätä tai säilyttää ennallaan.

3.12 **Öljy:** "Tavanomaisen" öljyn kokonaisvarannosta, jonka määrä on noin 380 miljardia öljykvivalenttitonnia, on hyödynnetty jo yli kolmannes. Mikäli hyödyntämistä säilyy nykyisellään, puolet tavanomaisen öljyn kokonaisvarannosta käytetään noin kymmenessä vuodessa. Jotta tuotantoa voitaisiin jatkuvasti lisätä, tulisi yhä enemmän hyödyntää ei-konventionaalisia esiintymiä (raskasöljy, öljyhiekka, öljyliuske). Tällä tavoin "kokonaisvarannon puolivälin" (*Depletion Mid Point*) saavuttamista voitaisiin lykätä tuonneemmaksi. Muussa tapauksessa raaka-ainevarat voisivat ehtyä jo ennen kuluvan vuosisadan puoliväliä, ja energiantarjonta saattaisi heiketä ratkaisevasti <sup>(1)</sup>.

3.13 **Maakaasu ja hiili:** Maakaasu on sikäli verrattavissa öljyyn, että sen nykyinen kokonaisvaranto suurenee, jos aleataan hyödyntää ei-konventionaalisia esiintymiä, kuten kaasuhydraatteja. Hiilen arviolta 3 400 miljardin öljykvivalenttitonnin kokonaisvarannosta on tähän mennessä hyödynnetty vasta noin kolme prosenttia.

3.14 Kaasuhydraattien (metaanihydraattien) etsintä ja niiden hyödyntämiseen tarvittava teknologia on kuitenkin vasta tutkimusvaiheessa, joten tällä hetkellä ei voida esittää asianmukaisia arvioita siitä, miten suuri niiden osuus energiahuollosta voi olla. Yhtäältä on arvioitu, että kyseisten mahdollisten energiavarojen energiasisältö on kaikkien tähän asti tunnettujen fossiilisten energialähteiden energiasisältöä suurempi. Toisaalta on vielä täysin epävarmaa, miten niitä voidaan hyödyntää (periaate, tekniikka, kustannukset). Lisäksi siihen liittyy huomattavia epävarmuustekijöitä tai riskejä, sillä ilmakehään voisi — ilmastollisista syistä tai ihmisen toiminnan ansiosta — tässä yhteydessä kerääntyä ilmastoa vakavasti uhkaavaa voimakasta kasvihuonekaasua, metaania.

3.15 Fossiilisten polttoaineiden tuotantokustannukset vaihtelevat hyvin paljon. **Öljyn** tuotantokustannukset ovat nykyisin — esiintymästä riippuen — kahdesta kymmeneen dollaria barreilia kohti. Pienehköjä lähteitä on kuitenkin yhä useammin otettava käyttöön epäedullisin geologisin ja maantieteellisin edellytyksin. Kyseiset kustannuksia lisäävät tekijät voidaan kuitenkin kompensoida tai jopa kääntää voitoksi useimmiten teknisiin innovaatioihin perustuvalla tuottavuuden kasvulla. Myös **maakaasun** tuotantokustannukset vaihtelevat yhtä lailla. **Hiilen** tuotantokustannukset riippuvat erittäin paljon esiintymän syvyydestä ja paksuudesta sekä siitä, louhitaanko hiiltä avolouhoksessa vai vain maanalaisessa kaivoksessa. Kustannuserot ovat näin ollen huomattavia: ne vaihtelevat muutamasta dollarista (esimerkiksi *Powder River Basin* Yhdysvalloissa) aina 200 dollariin tonnia kohti yksittäisillä eurooppalaisilla kivihiihikaivoksilla.

3.16 Fossiiliset energiavarat ovat myös jakautuneet hyvin epätasaisesti. Tämä koskee etenkin öljyä. Öljyvaroista 65 prosenttia sijaitsee Lähi-idässä. Maakaasu on jakautunut lähes yhtä epätasaisesti, ja sitä on etenkin Lähi-idässä (34 prosenttia) ja entisestä Neuvostoliitosta itsenäistyneiden maiden alueella (39 prosenttia). Hiilivarat ovat jakautuneet tasaisemmin.

<sup>(1)</sup> Öljyn nykyisen hintakriisin ja sen jatkuvan kärjistymisen vuoksi on jopa odotettavissa, että energiantarjonta heikkenee selkeästi tätä aiemmin.

Suurimmat hiilivarat sijaitsevat Pohjois-Amerikassa. Suuria hiiliesiintymiä on myös Kiinassa, Intiassa, Australiassa, Etelä-Afrikassa ja Euroopassa.

3.17 Koska strategisesti tärkeät fossiiliset energialähteet — etenkin öljy mutta myös maakaasu — ovat keskittyneet geopolittisesti riskialttiille alueille Lähi- ja Keski-itään, on energiahuollon turvaaminen erityisen ongelmallista.

#### 4. Energiavarat EU:n ulkopuolella <sup>(2)</sup> — tuontiriippuvuus

4.1 Primäärienergian kulutus EU25:ssä oli vuonna 2004 noin 2,5 miljardia hiiliekvivalenttitonnia tai noin 75 eksajoulea ( $75 \times 10^{18}$  joulea). Se vastasi 16:ta prosenttia maailman energiankulutuksesta, joka oli 15,3 miljardia hiiliekvivalenttitonnia. Energiankulutus henkeä kohti on EU25:ssä 5,5 hiiliekvivalenttitonnia eli yli kaksi kertaa enemmän kuin keskimääräinen kulutus maailmanlaajuisesti mutta toisaalta vain puolet Pohjois-Amerikan kulutuksesta. Taluskehitykseen verrattuna Euroopan energiankulutus on vain noin puolet keskimääräisestä kulutuksesta unionin ulkopuolisilla alueilla, sillä Euroopassa käytetään energiaa huomattavasti tehokkaammin kuin monilla muilla alueilla maailmassa.

4.2 Tärkeimmät energialähteet EU25:ssä vuonna 2004 olivat — primäärienergian kokonaiskulutuksella mitattuna — kivennäisöljy (39 prosenttia), maakaasu (24 prosenttia) ja hiili (17 prosenttia). EU:n energiahuollossa hyödynnetään myös ydinenergiaa (14 prosenttia) sekä uusiutuvia ja muita energialähteitä (6 prosenttia). Yksittäisten fossiilisten energialähteiden osuudet vaihtelevat huomattavasti EU:n 25 jäsenvaltiossa. Maakaasun osuus vaihtelee yhdestä prosentista Ruotsissa lähes 50 prosenttiin Alankomaissa, kivennäisöljyn osuus alle 30 prosentista Unkarissa kahteen kolmasosaan Portugalissa ja hiilen osuus viidestä prosentista Ranskassa 60 prosenttiin Puolassa. Erot johtuvat pääasiassa yksittäisten jäsenvaltioiden erilaisista fossiilisten energialähteiden varoista.

4.3 EU25:n energiavarat ovat kokonaisuudessaan verrattain pienet. Niiden määrä on noin 38 miljardia hiiliekvivalenttitonnia. Määrä on hieman yli kolme prosenttia maailman kokonaisvaroista, ei-konventionaaliset hiilivedyt mukaan luettuina. Hiiliesiintymiä (rusko- ja kivihiihi) on eniten, ja niiden osuus on yli 31 miljardia hiiliekvivalenttitonnia. Rusko- ja kivihiihiiesiintymiä on lähes yhtä paljon. Maakaasuvarojen osuus on neljä miljardia hiiliekvivalenttitonnia ja öljyvorojen 2 miljardia hiiliekvivalenttitonnia. EU25 tulee olemaan jatkossakin maailmanlaajuisesti suurin energian nettotuojia. Euroopan komission arvioiden mukaan riippuvuus kasvaa vuoteen 2030 mennessä yli kahteen kolmannekseen kulutuksesta.

<sup>(2)</sup> Maailman energianeuvosto (*World Energy Council*, WEC), Energiaa Saksaan – Tosiasioita, näkymiä ja näkökantoja maailmanlaajuisessa yhteydessä 2004, pääaihe "Öljy- ja maakaasumarkkinoiden dynamiikka" (*"Energie für Deutschland. Fakten, Perspektiven und Positionen im globalen Kontext 2004, Schwerpunktthema 'Zur Dynamik der Öl- und Erdgasmärkte'"*).

4.4 Fossiiliset energiavarat ovat jakautuneet hyvin eri tavoin EU:n 25 jäsenvaltioon. Öljyesiintymiä on etenkin Yhdistyneen kuningaskunnan ja Tanskan alueilla Pohjanmeressä. Kyseiset esiintymät ovat pitkälti ehtyneet, joten niiden hyödyntäminen on vähenemässä. Maakaasuvaroja on etenkin Alankomaissa ja Yhdistyneessä kuningaskunnassa. Hiilivarat ovat jakautuneet etenkin Saksaan, Puolaan, Tšekkiin, Unkariin, Kreikkaan ja Yhdistyneeseen kuningaskuntaan. Merkittävä rooli on myös Norjan öljy- ja maakaasuvaroilla, sillä vaikka Norja ei ole EU:n jäsen, se kuuluu Euroopan talousalueeseen.

4.5 Koska fossiiliset energiavarat ovat kaiken kaikkiaan vähäiset, on EU25:n jo nyt tuotava puolet tarvitsemastaan energiasta. Tuontien energian osuus kasvaa Euroopan komission vihreän kirjan mukaan vuoteen 2030 mennessä 70 prosenttiin. Tuontiriippuvuus koskee etenkin kivennäisöljyä. Kivennäisöljyn tarpeesta yli kolme neljännestä on katettava tuonnilla unionin ulkopuolisista maista. Tuodun maakaasun osuus on noin 55 prosenttia. Tuontihiilen osuus on kolmannes tarvittavasta määrästä.

4.6 Näin ollen Eurooppa on erittäin riippuvainen elintärkeän energian tuonnista. Etenkin öljyn ja yhä enemmän myös maakaasun tuonti lisääntynee tulevaisuudessa edelleen. EU on jopa maailmanlaajuisesti suurin energian nettotuojia.

4.7 EU:n energiapolitiikassa on siis kaikin keinoin panostettava fossiilisten polttoaineiden saannin ja saantikanavien varmistamiseen. Erityisen ongelmallista tässä yhteydessä on joidenkin keskeisten öljytuottajamaiden poliittinen epävakaus. Tätä taustaa vasten yhteistyö Venäjän federaation, IVY-maiden, Lähi- ja Keski-idän maiden sekä EU:hun rajoittuvien maiden (kuten Algerian ja Libyan) kanssa on erityisen tärkeää.

4.8 EU:n energiapolitiikassa on myös tehtävä kaikki mahdollinen energiariippuvuuden vähentämiseksi pitkällä aikavälillä etenkin käyttämällä kaikkia energialähteitä entistä tehokkaammin sekä hyödyntämällä nykyistä enemmän vaihtoehtoisia energialähteitä, kuten uudistuvaa energiaa — jota on myös kehitettävä ja saatettava markkinoille — sekä ydinenergiaa. Vaihtoehtoisten energialähteiden kehittäminen on erityisen tärkeää.

4.9 Tätä taustaa vasten Euroopan huomattavien hiilivarojen nykyistä laajamittaisempi hyödyntäminen voi vähentää tuontiriippuvuutta, varsinkin kun hiilikaivosteollisuuden on Euroopassa jo nyt täytettävä maailman muita alueita huomattavasti tiukemmat ympäristönsuojeluvaihtoehdot.

## 5. EU:n energiakulutuksen kehitys

5.1 EU25:n energiakulutuksen kehittyminen seurannee Euroopan komission julkaisussaan *European Energy and Transport*

*Scenarios on Key Drivers* <sup>(13)</sup> esittämää ennustetta (*baseline scenario*), joka perustuu nykyisten suuntausten ja politiikkojen jatkumiseen. Ennuste on seuraavanlainen:

5.2 Primäärienergiankulutus kasvaa vuoteen 2040 mennessä 2,9 miljardiin hiiliekvivalenttitonniin eli vain noin 0,6 prosenttia vuosittain. Sitä vastoin on odotettavissa, että bruttokansantuote kasvaa vuoteen 2030 mennessä vuodessa keskimäärin 2,4 prosenttia. Tämä edellyttää, että energiaintensiteetti (energiakustannusten osuus bruttokansantuotteesta) alenee yli 1,7 prosenttia vuosittain (!), mihin on määrä päästä toteuttamalla rakennemuutoksia, parantamalla energiatehokkuutta ja käyttämällä edistynyttä teknologiaa.

5.3 Fossiilisten energialähteiden osuus primäärienergiankulutuksesta jopa kasvaa vuoteen 2030 mennessä kahdella prosenttiyksiköllä eli 82 prosenttiin.

5.4 **Hiili:** Hiilen kulutuksen ennustetaan aluksi vähenevän mutta kasvavan jälleen vuodesta 2015, mikä johtuu hiilen kilpailukyvyyn parantumisesta sähköntuotannossa. Tällainen kehitys perustuu etenkin siihen, että maakaasun hinta nousee ja että hiilen käyttöön perustuvien edistyneiden sähköntuotantoteknologioiden odotetaan kehittyvän käyttökelpoisiksi. Arvioiden mukaan hiilen kulutus vastaa vuonna 2030 jälleen vuoden 2000 tasoa. Hiilen osuus EU:n primäärienergiankulutuksesta on tuolloin — kuten vuonna 2005 — noin 15 prosenttia. Vuosien 2005 ja 2030 välisenä aikana hiilen louhinnan arvellaan vähenevän EU:ssa noin 40 prosenttia ja hiilen tuonnin samalla kasvavan 125 prosenttia, joten tuontihiilen osuus EU:n hiilenkulutuksesta nousee kolmanneksesta vuonna 2005 lähes kahteen kolmannekseen vuonna 2030.

5.5 **Öljy:** Koska vuotuinen 0,2 prosentin kasvuaste on suhteellisen alhainen, öljyn osuuden primäärienergiankulutuksesta arvioidaan vuonna 2030 laskevan 34 prosenttiin, mikä on viisi prosenttiyksikköä nykyistä osuutta alhaisempi.

5.6 **Maakaasu:** Maakaasun kulutuksen arvellaan kasvavan voimakkaasti 2,7 prosentin vuosivauhtia vuoteen 2015 asti. Sen jälkeen kasvuvauhti heikkenee, mikä johtuu muun muassa siitä, että kaasun kilpailukyky sähköntuotannossa heikkenee hiileen nähden. Kaikista fossiilisista energialähteistä maakaasun käytön odotetaan lisääntyvän eniten tarkasteltuna ajanjaksona vuoteen 2030 asti. Maakaasun osuus EU25:n primäärienergiankulutuksesta kasvaa 26 prosentista vuonna 2005 32 prosenttiin vuonna 2030. **Nesteytetty maakaasu (LNG)** monipuolistaa kaasuhuoltoa, sillä se mahdollistaa toimitukset meriteitse. Nesteytetyn maakaasun osuus maailman maakaasukaupasta on tällä hetkellä noin 25 prosenttia. Nesteytetyn maakaasun suurin viejämaa on Indonesia, ja sitä seuraavat Algeria, Malesia ja Qatar.

<sup>(13)</sup> Euroopan komissio, liikenteen ja energian pääosasto, syyskuu 2004.

5.7 Fossiilisten energialähteiden hyödyntäminen vähenee EU25:ssä vuoteen 2030 mennessä vuosittain noin kaksi prosenttia. Näin ollen kaikkien fossiilisten energialähteiden tuontiriippuvuus kasvaa vuoteen 2030 mennessä yli kahteen kolmannekseen kulutuksesta. Tuontihiilen osuus on vuonna 2030 siis lähes kaksi kolmannesta, tuontikaasun yli 80 prosenttia ja öljyn lähes 90 prosenttia. Erityisen ongelmallista on lisääntyvä riippuvuus harvojen tarjoajien toimittaman kaasun tuonnista.

5.8 Sähkönkulutus kasvaa vuoteen 2030 mennessä vuosittain keskimäärin 1,4 prosenttia. Näin ollen voimalaitoskapasiteetin tarve kasvaa nykyisestä noin 700 gigawattista (GW) (maksimaalinen sähköteho) 400 gigawattia eli noin 1 100 gigawattiin vuonna 2030. Lisäksi vanhoja voimalaitoksia on korvattava uusilla. Euroopan komission ennusteiden mukaan odotettavissa olevaan kapasiteetinlisäykseen päästään lisäämällä sähkötehoa noin 300 gigawattia fossiilisten energialähteiden ja noin 130 gigawattia tuuli-, vesi- ja aurinkoenergian alalla. Ydinvoimalaitoskapasiteetin odotetaan alenevan 30 gigawattia ajanjaksona 2005–2030, jos poliittiset perusedellytykset eivät muutu pysyvästi.

5.9 EU:n energiahuollossa on näin ollen tulevina 25 vuotena odotettavissa suuria haasteita ja tehtäviä, joihin saattaa kuitenkin nivoutua myös taloudellisia mahdollisuuksia. Haasteita ovat energiahuollon turvaaminen sekä tuontiriippuvuuden alentaminen, edelleen lisääntyvien ympäristönsuojeluväitelmien täyttäminen, kilpailukykyisten energiahintojen takaaminen sekä tarvittavien investointien toteuttaminen.

## 6. Hiili, öljy ja maakaasu kestävässä energialähteiden yhdistelmässä

6.1 Hiili, öljy ja maakaasu ovat luonnollisia hiilivetyjä, jotka ovat syntyneet miljoonien vuosien aikana biologiseen ainekseen varastoituneen biomassan muuntumisen tuloksena; kyseessä on siten varastoitunut aurinkoenergia. Geologisista olosuhteista (esimerkiksi paine, lämpötila, ikä) riippuen on syntynyt erilaisia tuotteita. Keskeinen erottava tekijä on polttoaineen vetypitoisuus. Vetyä on hiileen verrattuna eniten maakaasussa (4:1), kun taas öljyssä suhde on noin 1,8:1 ja hiilessä 0,7:1. Fossiilisen raaka-aineen käyttö erilaisilla sovellutusaloilla riippuu vedyn ja hiilen suhteesta.

6.2 Tähän mennessä hiili, öljy ja maakaasu ovat korvaamattomia **energiälähteinä**, moninaisten tuotteiden (lääkkeistä muovisiin) valmistuksessa käytettävänä **raaka-aineina** sekä hiilivetyinä **pelkistysaineina** raudan ja teräksen tuotannossa. Tiettyjen fyysisten ja kemiallisten ominaisuuksiensa (esimerkiksi

olomuoto, vetypitoisuus, hiilipitoisuus, tuhkapitoisuus) johdosta ne soveltuvat erittäin hyvin moniin mutta toisaalta vain välttämättä joihinkin käyttötarkoituksiin. Käytettävä hiilivety valitaan taloudellisten, teknisten ja ympäristönsuojelua koskevien kriteerien perusteella.

6.3 Noin seitsemän prosenttia EU:ssa hyödynnetyistä fossiilista energialähteistä käytetään muuhun kuin energiantuotantoon eli pääasiassa kemiantuotteiden valmistukseen. Hiilestä saadut hyötyaineet olivat edellisen vuosisadan alussa uusien kehittyvien tuotannonalojen perusta. Nykyisin hiilestä saatavat hyötyaineet on lähes täysin korvattu maakaasu- ja öljytuotteilla. Öljy ja maakaasu hallitsevat myös tulevaisuudessa kyseisiä markkinoita niin kauan kuin öljy- ja maakaasuvarat riittävät. Ne riittäisivät huomattavasti pidempään, jos kyseisiä energialähteitä voitaisiin käyttää nykyistä vähemmän energian- ja lämmöntuotantoon.

6.4 Happiteräksen valmistuksessa on vakiintunut hiilivetyjä hyödyntävä masuuni- ja konvertertipohjainen prosessi. Masuuniprosessissa koksia käytetään pelkistysaineena raakaraudan valmistamiseksi. Se toimii samalla tukimateriaalina ja edistää puhallusta. Pelkistysainetta käytetään ajanmukaisissa eurooppalaisissa laitoksissa 475 kiloa raakarautatonna kohti, mikä on lähellä valmistusteknistä vähimmäiskulutusta.

6.5 Liikennealalla energiankulutus on voimakkaassa kasvussa. Liikennealan osuus energiankulutuksesta on lähes 25 prosenttia, ja tieliikenne on lähes täysin riippuvainen öljyntuotannosta. Nestemäisillä polttoaineilla on korkea energiasisältö tilavuus- tai massayksikköä kohti, mikä on polttoaineen taloudellisen ja tehokkaan käytön edellytys liikennealalla. Nestemäiset polttoaineet ja niiden perusrakenteet ovatkin vakiintuneet tieliikennealalle. Sähkökäyttöisten liikennevälineiden, kuten sähköjunien, käytön lisääntyminen mahdollistaa erilaisten primäärienergiälähteiden (hiili, kaasu, uusiutuvat energiat, ydinenergia) käytön ja voi näin osaltaan vähentää riippuvuutta öljystä.

6.6 Öljypohjaisten nestemäisten polttoaineiden kanssa kilpailevat polttoaineina suoraan käytettävät maakaasu ja nesteytetty maakaasu (LNG). Jää nähtäväksi, voivatko kyseisten tuotteiden markkinaosuudet kasvaa nykyisestä <sup>(14)</sup>.

6.7 Kotitaloudet ja pienkuluttajat käyttävät energiasta noin 30 prosenttia. Energiälähde valitaan taloudellisin perustein, ja valintaa määrittävät yhä useammin mukavuus- ja ympäristönsuojelutekijät. Kyseisellä alalla keskenään kilpailevat lämmitysöljy, maakaasu, sähkö ja taajama-alueilla myös yhteistuotantolaitosten tuottama kaukolämpö.

<sup>(14)</sup> Sama koskee myös biomassasta saatavia nestemäisiä polttoaineita, joita on tähän mennessä voitu tuoda markkinoille vain korkeiden tukien avulla.

6.8 EU:ssa kulutettavasta energiasta 40 prosenttia muunnetaan voimalaitoksissa sähköksi ja lämmöksi. Hiili, öljy, maakaasu sekä ydinenergia soveltuvat teknisesti yhtä lailla sähköksi muuntamiseen. Teknisesti erittäin tehokkaissa voimalaitoksissa saavutetaan maakaasua käyttämällä lähes 60 prosentin hyötysuhde (muunnettaessa primäärienergiaa sähköenergiaksi). Kivihiiltä käytettäessä hyötysuhde on ajanmukaisissa laitoksissa 45–50 prosenttia, ruskohiiltä käytettäessä 43 prosenttia.

6.9 Hiilen osuus sähköntuotannosta on maailmanlaajuisesti noin 40 prosenttia, EU:ssa noin 30 prosenttia. Hiilen maailmanlaajuisesta tuotannosta noin 63 prosenttia käytetään sähköntuotantoon. Hiili on sähköntuotannossa öljyä tai maakaasua edullisempaa, ja sen saatavuus on taattua eri puolilla maailmaa sijaitsevien tuotantoalueiden ansiosta.

6.10 Jos hiilen käyttö keskitetään teräksen ja sähkön tuotantoon, voidaan edistää sellaista fossiilisten energialähteiden yhdistelmää, jossa yhdistyvät taloudelliset edut, ympäristönsuojelu, huoltovarmuus ja resurssien säästäminen. Maailmanlaajuiset hiilivarat ovat öljy- ja maakaasuvaroja huomattavasti suuremmat.

6.11 Poliittisin perusedellytyksin tulisi siis kannustaa siihen, että muita rajallisempia ja joustavammin käytettävissä olevia raaka-aineita eli öljyä ja maakaasua hyödynnetään etenkin liikenteen ja kemianteollisuuden kaltaisilla aloilla, joilla hiilen käyttö (sekä ydinvoima ja osittain myös uusiutuvat energiat) aiheuttaa lisäkustannuksia ja edellyttää lisäteknikan ja -energian käyttöä, eli lisää myös hiilidioksidipäästöjä! Näin voitaisiin tulevia sukupolvia ajatellen viivyttää öljy- ja maakaasuvarojen ehtymistä.

6.12 Samalla on kannustettava käyttämään hiiltä (sekä uudistuvia energiamuotoja ja ydinenergiaa) sähkövoimalaitoksissa, jotta niissä ei enää käytettäisi öljyä ja maakaasua (ks. myös kohta 8.12). Keski- ja Itä-Euroopassa on huomattavat kivi- ja ruskohiilivarat. Kyseisiä varoja hyödyntämällä voidaan estää se, että EU:n riippuvuus tuontienergiasta kasvaa edelleen.

## 7. Ympäristön- ja ilmastonuojelu

7.1 Fossiilisia energialähteitä koskevissa ympäristöanalyseissa ja -vertailuissa on otettava huomioon koko tuotanto- ja käyttöketju raaka-aineen louhinnasta ja porauksesta kuljetukseen, energian muuntamiseen ja loppuenergian käyttöön. Kaikkiin vaiheisiin liittyy jonkinasteisia ympäristövaikutuksia ja energiahävikkejä. Tuontienergian yhteydessä on otettava huomioon myös ympäristövaikutukset, jotka ilmenevät EU:n rajojen ulkopuolella.

7.2 Hiilen, öljyn ja maakaasun tuotannossa on otettava huomioon erilaisia ympäristövaikutuksia. Hiilen louhinnassa on rajoitettava maankäyttöä sekä hiukkaspäästöjä. Öljyä porattaessa ja pumpattaessa on estettävä öljyn ja maakaasun sekä sivutuotteiden vuotaminen. Tämä koskee myös maakaasun porausta sekä öljyn ja maakaasun kuljetusta putkessa tai aluksessa. Merellä tapahtuvan tuotannon yhteydessä on noudatettava erityisiä varotoimia. Öljynporauksen yhteydessä vapautuvaa metaania ei tulisi päästää ilmaan, vaan se tulisi ottaa talteen ja hyödyntää teollisesti. Sama koskee hiilikavoksissa vapautuvaa kaivoskaasua, joka voi sisältää huomattavasti metaania.

7.3 Suuria polttolaitoksia koskevassa EU:n direktiivissä asetetaan tiukkoja ympäristönsuojeluväimämuksia 50 megawatin (MWth) ja sitä tehokkaampien voimalaitosten rakentamiselle ja käytölle. Epäpuhtauksien kerääntyminen maakaasu-, öljy- ja hiilivoimalaitosten poistokaasuuihin on rajoitettava edellä mainitussa direktiivissä vahvistetulle tekniselle tasolle. Vanhat voimalaitokset on varustettava uudella tekniikalla. Näin on tarkoitus varmistaa, että hiukkasten (myös pienhiukkaset, ks. kohta 7.6), rikkidioksidin, typpidioksidin ja etenkin haitallisten raskasmetallien sekä toksisten tai syöpää aiheuttavien orgaanisten aineiden päästöt rajoitetaan luonnon ja ihmisten sietokyvyn allittavaan määrään. Melupäästöjä on etukäteen vähennettävä niin, että haittavaikutukset voidaan pitkälti välttää.

7.4 Hiili sisältää palamattomia ainesosia, jotka palamisen jälkeen erotetaan voimalaitoksessa (sähkö- tai kangassuodattimien avulla) tuhaksi. Kivihiilen tuhkapitoisuus on yleensä korkeintaan 10 prosenttia (yksittäistapauksissa korkeintaan 15 prosenttia). Koostumuksesta riippuen tuhka käytetään lisäaineena sementtiteollisuudessa ja tienrakennuksessa tai kaivosten täyttöaineena ja maanrakennusaineena.

7.5 Myös öljy sisältää pienen määrän tuhkaa. Öljynjalostamoissa syntyy jalostuksen tuloksena muun muassa vanadiinia ja nikkeliä sisältävää kiinteää tuhkaa, ns. petrolikoksia. Se hyödynnetään energiaksi voimalaitoksissa ja polttolaitoksissa, joissa on tarvittavat puhdistuslaitteet kaikkien epäpuhtauksien erottamiseksi.

7.6 Muutamien vuosien ajan on keskusteltu yhä enemmän ns. pienhiukkaspäästöistä<sup>(15)</sup>. Kyseessä ovat alle 10 µm:n kokoiset pölyhiukkaset, jotka voivat joutua hengityselimiin ja aiheuttaa hengitystiesairauksia. Kyseisiä hiukkasia pääsee ilmaan myös öljy- ja hiilipolttolaitoksista, sillä suodattimilla ei voida täysin erottaa pienimpiä tuhka hiukkasia. Pienhiukkaspäästöjä aiheuttavat kuitenkin eniten dieselkäyttöiset ajoneuvot, mikäli

<sup>(15)</sup> Neuvoston direktiivi 96/62/EY, annettu 27 päivänä syyskuuta 1996, ilmanlaadun arvioinnista ja hallinnasta.



niissä ei ole hiukkassuodattimia. Hiili- ja öljyvoimalaitosten hiukkaspäästöjen raja-arvo on suuria polttolaitoksia koskevassa direktiivissä 20 mg/m. Suurissa voimalaitoksissa pienhiukkaspäästöjä rajoitetaan myös määrällä rikinpoistolla. Pienhiukkaspäästöjen alentamiseksi entisestään ja immissioraja-arvojen noudattamiseksi koko Euroopassa EU on antanut dieselajoneuvoja koskevat entistä tiukemmat säännökset, joiden mukaan henkilöajoneuvoissa on vuodesta 2008 oltava hiukkassuodattimet.

7.7 Suurten hiilivoimalaitosten ja teollisten polttolaitosten poistokaasujen rikinpoisto on joissakin EU:n jäsenvaltioissa ollut pakollista jo 1980-luvulta lähtien. Tuolloin havaittu maaperän ja vesistöjen happamoituminen on näin voitu pysäyttää. Suuria polttolaitoksia koskevan EU:n direktiivin uusimmassa versiossa säädetään yli 300 megawatin (MW) laitosten rikkidioksidipäästöjen raja-arvoksi enintään 200 mg/m<sup>3</sup>. Nykytekniikalla voidaan rikkihiukkasista suodattaa yli 90 prosenttia. Rikin erottamisessa syntyville tuotteille, etenkin kipsille, on avattu uusia markkinoita, ja näin on vähennetty luonnonvarojen käyttöä.

7.8 Fossiilisten polttoaineiden polttamisessa syntyy korkeissa palamislämpötiloissa polttoaineissa tai polttoilmassa olevasta typestä ja palamiseen tarvittavasta hapestä ns. typen oksideja. Typen oksidit voivat korkeina pitoisuuksina aiheuttaa hengitystiesairauksia, ja ne ovat myös ympäristölle haitallisen otsonin esituote. Suuria polttolaitoksia koskevassa EU:n direktiivissä säädetään yli 300 megawatin (MW) voimalaitosten typen oksidien päästöraja-arvoksi enintään 200 mg kuutiometrissä poistokaasua.

7.9 Tietessä lähdetään siitä, että ihmisen toiminnasta aiheutuvien hiilidioksidipäästöjen ja muiden ns. kasvihuonekaasupäästöjen sekä maapallon lämpenemisen välillä on syy-yhteys (ns. kasvihuoneilmiö). Ilmiön laajuus on vielä epäselvä. Hiilen, öljyn ja maakaasun polttoprosessit aiheuttavat vuosittain noin 20 miljardin tonnin hiilidioksidipäästöt. Ne ovat ihmisen toiminnasta johtuvien hiilidioksidipäästöjen suurin lähde. Tehokkuuden parantamisen ja energiansäästötoimien ohella on kehitettävä hiilidioksidin erottamistekniikoita (ks. jäljempänä), sillä niillä voidaan pitkällä aikavälillä vähentää päästöjä tuntuvasti.

7.10 Laaja-alainen ilmastonsuojelu edellyttää onnistuakseen tehokkuuden parantamista energiaa muunnettaessa ja hyödynnettäessä. Sitä varten tarvittaviin toimiin olisikin ryhdyttävä päättäväisesti. Polttoaineiden korvaamiseen liittyvät strategiat eivät sitä vastoin ole kovinkaan tehokkaita, sillä ne perustuvat yksipuolisesti tiettyjen energialähteiden, esimerkiksi maakaasun,

käyttöön ja asettaisivat näin EU:n energiahuollon taloudellisuuden ja turvallisuuden kyseenalaiseksi. Lisäksi maakaasu on kemianteollisuudessa ja liikennealalla liian tärkeä raaka-aine, jotta sitä voitaisiin käyttää sähköntuotantoon.

7.11 Maakaasua poltettaessa syntyy hiileen verrattuna energiayksikköä kohti vain 50–60 prosenttia ilmastolle vahingollista hiilidioksidia, sillä maakaasussa olevan hiilen ohella myös siihen sisältyvä vety tuottaa palaessaan energiaa. Metaani — maakaasun keskeinen ainesosa — on kuitenkin itsessään hiilidioksidia paljon haitallisempi kasvihuonekaasu (kerroin noin 30). Fossiilisia energialähteitä hyödynnettäessä metaanipäästöt onkin estettävä kaikin tavoin. Metaani, jota vapautuu öljynporauksen ja kivihiihilouhinnan yhteydessä, on otettava talteen ja käytettävä. Myös maakaasukuljetuksissa on ehdottomasti estettävä metaanivuodot. Jo pienimmätkin kuljetushävikit maakaasun putkistokuljetuksissa kumoavat sen etulyöntiaseman hiileen nähden.

7.12 Hiilen, öljyn ja maakaasun käytössä saadaan aiempien kokemusten perusteella ilmaston- ja ympäristönsuojelun kannalta nopeita tuloksia ennen kaikkea silloin, kun vanhentuneet voimalaitokset korvataan laitoksilla, joissa käytetään ajanmukaisinta tekniikkaa ja jotka ovat mahdollisimman tehokkaita. Kunnianhimoisten ympäristönsuojelutavoitteiden saavuttamista edistävät parhaiten sellaiset poliittiset perusedellytykset, joilla edistetään sijoittamista uusiin tekniikoihin.

7.13 Yhteisön ympäristölainsäädännöllä on viimeksi kuluneiden 20 vuoden aikana edistetty ympäristöstandardien yhtenäistämistä unionin jäsenvaltioissa. Suuria polttolaitoksia koskevalla direktiivillä ja ilmanpuhtausdirektiivillä sekä energiatehokkuuden lisäämistä edistävillä ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen tähtäävillä politiikoilla ja toimilla on tässä yhteydessä ollut merkittävä osuus.

## 8. Teknologinen kehitys <sup>(16)</sup>

8.1 EU25:ssä hiili-, öljy- ja kaasuvoimalaitosten osuus koko voimalaitostuotannosta on yli 60 prosenttia, ja ne ovat näin ollen Euroopan sähköntuotannon ydin. Koska vanhentuneita voimalaitoksia on korvattava ja lisäksi on tyydytettävä voimalaitoskapasiteetin lisätarve (ks. kohta 5.8), on tulevana 25 vuotena rakennettava huomattava määrä uusia voimalaitoksia. Vaikka uusiutuvien energioiden ja ydinvoiman käyttöä lisättäisiin, on tarvittava lisäkapasiteetti saatava suurelta osin hiili- ja maakaasuvoimalaitoksista. Mitä parempi niiden hyötysuhde on ja mitä enemmän ne pystyvät vähentämään päästöjään, sitä helpommin voidaan täyttää ilmaston- ja ympäristönsuojelutavoitteet.

<sup>(16)</sup> Ks. myös komitean lausunto aiheesta ”Energiahuollon turvallisuuden ja kestävyuden tutkimustarpeet”.

8.2 Näin ollen t&k-toimia on lisättävä myös fossiilisia energialähteitä hyödyntävien voimalaitosten kehittämiseksi. 1990-luvulla kyseisiä toimia laiminlyötiin, ja tutkimustoiminnan julkista tukea alennettiin merkittävästi lähes kaikissa jäsenvaltioissa.

8.3 Komitea on tyytyväinen siihen, että sen toistuvasti esittämät suosituksukset on otettu huomioon ja että seitsemänteen t&k-puiteohjelmaan on sisällytetty itsenäinen aihealue ”energia”. Jäsenvaltioiden asianomaiset tutkimusohjelmat tulisi kuitenkin mukauttaa vastaavasti. Näin voitaisiin käynnistää merkittävä suunnanmuutos. Tämä koskee myös fossiilisia energialähteitä hyödyntävän voimalaitostekniikan kehittämistä, ja samalla olisi mahdollista myös parantaa eurooppalaisen laitosrakentamisen kilpailukykyä maailmanlaajuisesti kasvavilla voimalaitosmarkkinoilla.

8.4 Ajanmukaisten hiilivoimalaitosten hyötysuhde on nykyisin kivihiihellä yli 45 prosenttia ja ruskohiihellä yli 43 prosenttia. Kehitysvaiheet hiilivoimalaitosten hyötysuhteen nostamiseksi 50 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä ovat tiedossa. Pitkäjänteinen tavoite on nostaa voimalaitosten höyrykierron paine 350 bariin ja lämpötila 700 °C:een, ja tätä varten on kehitettävä tarvittavat materiaalit. Ruskohiilivoimalaitosten uutta sukupolvea varten on testattava ruskohiilen kuivaamiseen tarvittavia esikäsitteilylaitteita. Näin vaativat kehitystavoitteet edellyttävät kansainvälistä yhteistyötä, jota tehdään esimerkiksi 700 °C:n lämpötilassa toimivan voimalaitoksen kehittämiseen tähtäävissä EU:n hankkeissa AD 700 ja Comtes 700. Uusien voimalaitosmallien esittely edellyttää miljardiin euroon nousevia investointeja. Koska yksittäiset yritykset tuskin kykenevät yksinään vastaamaan kustannuksista ja riskeistä, eurooppalaisten yritysten on pyrittävä tekemään yhteistyötä.

8.5 Suuritehoisten kaasuturbiinien kehitys on viime vuosikymmeninä parantanut huomattavasti kaasuvoimalaitosten tehokkuutta. Uusien maakaasuvoimalaitosten hyötysuhde on lähes 60 prosenttia. Maakaasun huomattavan hinnannousun vuoksi on kuitenkin epävarmaa, ovatko maakaasuvoimalaitokset pitkäjänteisesti kilpailukykyisiä ja kannattaako uusien maakaasuvoimalaitosten rakentaminen.

8.6 Jotta kaasuturbiinitekniikassa saavutettua kehitystä voitaisiin hyödyntää myös hiilen perustuvassa sähköntuotannossa, hiili on ensin muunnettava kaasuksi. EU on 1980- ja 1990-luvuilla edistänyt tutkimusvälineidensä avulla huomattavasti kaasutustekniikan kehittämistä ja tukenut kahden, integroituun hiilen kaasuntuumiseen (*Integrated Gasification Combined Cycle*, IGCC) perustuvan esittelylaitoksen rakentamista. Tällaista kehityssuuntausta tulisi jatkaa hiilivoimalaitosten tehokkuuden parantamiseksi, ja sen tulisi muodostaa tekninen perusta ns. hiilidioksidittoman hiilivoimalaitoksen kehittämiselle.

8.7 Tehokkuuden parantaminen ja hiilidioksidipäästöjen vähentäminen eivät saa rajoittua teollisuuteen ja sähköntuotantoon. Säästömahdollisuudet ovat kotitalouksissa ja kaupallisten

loppukäyttäjien keskuudessa vielä erittäin suuret, sillä kyseisille kuluttajille ei tähän mennessä ole useinkaan tarjottu hintakanustimia (säästöt kulutuksen tai kustannukset uusien hankintojen tai muutosten yhteydessä).

8.8 Energiantarve kasvaa EU:ssa jatkuvasti liikennealalla, mikä johtuu osittain unionin laajentumisen myötä lisääntyneestä liikkuvuudesta. Terveydelle vaarallisten päästöjen ja kasvihuonekaasupäästöjen lisääntymistä on rajoitettava ja myöhemmin ehdottomasti vähennettävä kehittämällä entistä tehokkaampia ja vähäpäästöisempiä moottoreita ja ajoneuvoja. Pakokaasujen puhdistusjärjestelmiä on jatkuvasti kehitettävä. Tähän tavoitteeseen voitaneen päästä vain, jos onnistutaan kehittämään ja ottamaan laaja-alaisesti käyttöön edistyneiden teknologioiden yhdistelmä. Tässä yhteydessä on parannettava polttomoottoreita, dieselteknologiaa, hybridimoottoreita, polttoaineita, ajoneuvomoottorien hyötysuhdetta, polttokennojen kehittämistä ja mahdollisesti myös vetyteknologiaa.

8.9 Polttokennoilla, joita käytetään niin ajoneuvoissa kuin kotitalouksissa, yrityksissä ja teollisuudessa, voidaan periaatteessa lisätä sähkön ja lämmön yhteistuotannon tehokkuutta mahdollisesti jopa noin 20 prosenttia. Tätä varten tarvitaan kaasumaista polttoainetta — maakaasua, synteetikaasua tai puhdasta vetyä — jota saadaan esimerkiksi metanolista kennoon kytketyssä reformointiprosessissa. Vaikka polttokennot on tunnettu jo 150 vuotta, ne eivät tähän mennessä ole lyöneet itseään kaupallisesti ja teknisesti läpi ajoneuvojen (kilpailukykyisenä) käyttövoimana tai paikallisena yhteistuotantolaitoksena. Tutkimus- ja kehittämistoimintaa tulisikin jatkaa julkisella tuella, jotta selvitetäisiin ja — jos mahdollista — hyödynnettäisiin niihin liittyviä mahdollisuuksia.

8.10 Mikään energiavaihtoehto ei ole viime vuosina herättänyt niin paljon huomiota kuin **vety**, ja usein puhutaankin jopa tulevasta ”vety-yhteiskunnasta”. Tässä yhteydessä julkisuudessa usein esiintynyt väärinkäsitys on se, että vety olisi öljyn tai hiilen kaltainen primäärienergiälähde. Näin ei ole: vety on erotettava joko fossiilista hiilivedyistä tai sähköenergian avulla vedestä. Samaan tapaan kuin hiilen palamisesta syntyy hiilidioksidia, vedyn palamisesta syntyy vettä.

8.11 Lisäksi vedyn kuljetus on niin teknisesti kuin energiantuottoa ja kustannuksia ajatellen epäedullisempää kuin sähkön tai nestemäisten hiilivetyjen kuljetus. Näin ollen vetyä tulisi hyödyntää vain siellä, missä sähkön käyttö ei ole järkevää tai mahdollista. Kyseistä mahdollisuutta on analysoitava ennakkoluulottomasti, jotta tutkimustoiminta voidaan kohdentaa realistisiin tavoitteisiin.

8.12 Koska kuljetuskelpoisilla hiilivedyillä (polttoaineilla) on ratkaiseva merkitys liikennealalla, tulisi kyseisiä varoja tai resursseja säästää mahdollisimman paljon eli öljyä ei tulisi käyttää silloin, kun hiiltä, ydinpolttoaineita tai uusiutuvia energioita voidaan käyttää tehokkaasti.

## 9. Hiilidioksidin erottaminen ja loppusijoitus

9.1 Kasvihuonekaasuja voidaan koko maailmassa vähentää kuluvan vuosisadan puoliväliin mennessä merkittävästi ja — EU:n tavoitteen mukaisesti — Kioton pöytäkirjassa määriteltyä enemmän vain, jos muutaman vuosikymmenen kuluttua voidaan suunnitella, rakentaa ja käyttää voimalaitoksia ja muita suuria teollisuuslaitoksia, joiden päästöissä ei ole lainkaan tai vain vähän hiilidioksidia. Vaikka ydinenergiaa ja uudistuvia energialähteitä hyödynnettäisiin nykyistä laajemmin, ne eivät kykene suoriutumaan tästä tehtävästä yksin ja korvaamaan muutamassa vuosikymmenessä fossiilisia polttoaineita.

9.2 On ehdotettu useita menettelyjä, joiden avulla hiilivoimalaitosten päästöt saadaan hiilidioksidittomiksi. Kyseisiä menetelmiä voidaan muunnettuina soveltaa myös öljy- ja kaasuvoimalaitoksiin. Periaatteessa kehitetään kolmea menetelmää: (i) hiilidioksidin erottaminen tavanomaisten voimalaitosten savukaasusta (ii) hapen palamisen kehittäminen ja (iii) kaasutukseen perustuva yhdistelmävoimala, jossa hiilidioksidi erotetaan polttokaasusta. Viimeksi mainitun menetelmän kehitys on edennyt pisimmälle.

9.3 Kun hiilen kaasutuksessa polttokaasusta poistetaan hiilidioksidi, syntyy puhdasta vetyä, jota voidaan käyttää vetyturbiineissa sähkön tuottamiseksi. Poistokaasu on haitatonta vesihöyryä. Mikäli tämä teknologia osoittautuu tehokkaaksi, on yhteisvaikutus vetyteknologian kanssa muilla sovellutusalueilla ilmeinen.

9.4 Jo yli 20 vuoden ajan on tutkittu tiiviisti ja kehitetty integroituun hiilen kaasuntuumiseen (IGCC) perustuvia voimalaitoksia. Kaasunkäsittelyprosessin periaate tunnetaan, mutta se on mukautettava hiiliteknologiaan. Tällaisen voimalaitoksen sähköntuotantokustannukset saattavat kuitenkin kaksinkertaistua sellaiseen tavanomaiseen voimalaitokseen nähden, jossa hiilidioksidia ei eroteta. Myös raaka-aineen kulutus kasvaisi noin kolmanneksen. Kyseinen teknologia on kuitenkin useimmiten edullisempaa kuin muut hiilidioksidittoman sähköntuotannon teknologiat, kuten tuuli- ja aurinkoenergia tai biomassan käyttöön perustuva sähköntuotanto.

9.5 Euroopassa on 1980-luvulla osittain EU:n tuella kehitetty erilaisia IGCC-menetelmiä, joissa ei luonnollisestikaan vielä eroteta hiilidioksidia. Espanjassa ja Alankomaissa on rakennettu

ja käytetty kivihiilellä toimivia 300 megawatin esittelylaitoksia. EU:n tuella on myös kehitetty ja rakennettu ruskohiilellä toimiva esittelylaitos ja käytetty sitä synteetikaasun valmistamiseen myöhempää metanolisynteesiä varten. Euroopassa on näin ollen erinomaiset teknologiset perusedellytykset kehittää hiilidioksidittomia hiilivoimalaitoksia ja testata menetelmiä esittelylaitoksissa.

9.6 Voimalaitosten ohella myös muissa suurissa hiilidioksidipäästöjä aiheuttavissa teollisuuden prosesseissa, esimerkiksi H<sub>2</sub>:n valmistuksessa, erilaisissa kemianteollisuuden prosesseissa ja kivennäisöljyn jalostuksessa sekä sementin ja teräksen tuotannossa, tulisi tutkia mahdollisuuksia hiilidioksidin erottamiseksi. Monissa edellä mainituissa prosesseissa hiilidioksidin erottamisen voidaan arvioida olevan edullisempaa ja teknisesti yksinkertaisempaa kuin voimalaitoksissa.

9.7 Erityisesti on tutkittava luotettavaa, ympäristöystävällistä ja edullista hiilidioksidin loppusijoittamista. Tässä yhteydessä tulisi tutkia sen varastointia ehtyneisiin öljy- ja maakaasukerrostumiin, geologisiin akviferikerrostumiin, hiilikerrostumiin sekä valtameriin. Varastointi ehtyneisiin öljy- ja maakaasukerrostumiin, jos niitä on tarjolla, lienee edullisin vaihtoehto. Suuria määriä varastoitaessa geologiset akviferikerrostumat ovat kuitenkin paras vaihtoehto, sillä niitä on tarjolla eri puolilla maapalloa. Tässä yhteydessä on osoitettava asianmukaisesti, että kyseisissä varastoissa voidaan säilyttää hiilidioksidia pitkään ja että varastoinnista ei aiheudu kielteisiä ympäristövaikutuksia. EU tukee muutamia tätä tarkoitusta palvelevia tutkimushankkeita. Vaikka tähän mennessä saadut tulokset ovatkin rohkaisevia, on esimerkiksi hiilidioksidia valtameriin varastoitaessa epävarmaa, voiko sitä meriveden mahdollisen lämpötilanousun vuoksi vapautua ilmakehään (ks. myös kohta 3.14).

9.8 Hiilidioksidin erottamiseen ja loppusijoitukseen vaadittava teknologia voi olla laaja-alaisesti käytössä vasta vuoden 2020 jälkeen edellyttäen, että tarvittavat tutkimus- ja kehittämistoimet toteutetaan ajoissa ja että niissä onnistutaan. Tutkimuksissa arvioidaan hiilidioksidin erottamisen, kuljetuksen ja loppusijoituksen kustannuksiksi 30–60 euroa jokaista vältettyä hiilidioksiditonnia kohti. Tämä vaihtoehto on siten edullisempi kuin useimmat uusiutuvia energioita hyödyntävät sähköntuotantomenetelmät.

Bryssel 26. lokakuuta 2005

Euroopan talous- ja sosiaalikomitean  
puheenjohtaja  
Anne-Marie SIGMUND