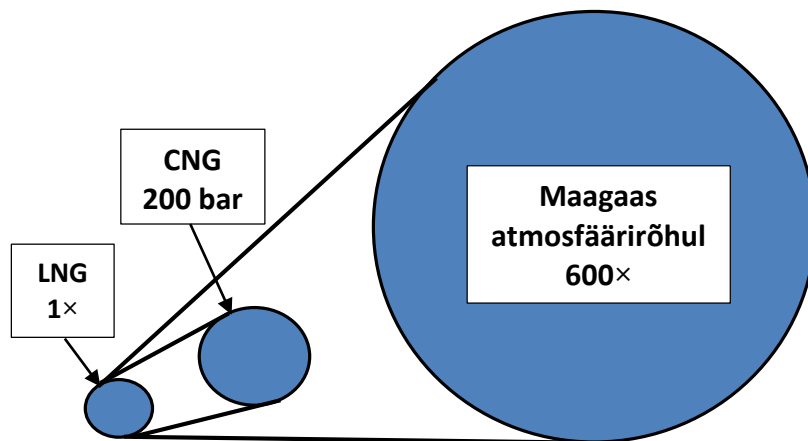


LNG tutvustus

Veeldatud maagaasi puhul kasutatakse tavaliselt ingliskeelset lühendit LNG (*liquefied natural gas*). Maagaas veeldub ehk läheb gaasilisest olekust vedelasse olekusse üle, kui teda külmutada alla veeldumistemperatuurini (ligikaudu -160°C). LNG ruumala on umbes 600 korda väiksem kui gaasilises olekus (ja atmosfäärirõhul) oleval maagaasil. Maagaasi veeldamise põhjus ongi asjaolu, et väiksema ruumala võtnud LNG-d on gaasilisest maagaasist märksa hõlpsam nii hoiustada kui transportida.



Rahvusvahelise LNG kaubanduse alguseks loetakse 1964. aastat, kui Lousianast Mehhiko lahe kaldal eksporditi esimesed seitse proovipartiid 5.000 m^3 mahutava LNG tankeriga Suurbritanniasse. See aitas tõestada, et LNG mereveod pikkade vahemaade taha on tehniliselt ja majanduslikult teostatavad ning pani aluse esimese veeldamistehase rajamisele Alžeeria rannikule. Täna eksporditakse veeldatud maagaasi 20 riigist ning rahvusvahelise kaubanduse kogumahtu hinnatakse 300 miljonile LNG tonnile aastas, mis on pisut üle 10% kogu maailma maagaasiturust.

Suurim LNG eksportija on Katar ligikaudu veerandiga kogueksportist, talle järgnevad Malaisia, Indoneesia, Alžeeria jt. Maailma suurimateks LNG importijateks on viimastel aastatel tõusnud Aasia riigid – Jaapan, Lõuna-Korea ja Hiina. Euroopa suurim LNG tootjamaa on Norra ning suurimateks importijateks on Suurbritannia, Prantsusmaa ja Hispaania. Peale tuumajaamade tööst välja lülitamist ning kildagaasirevolutsiooni USA-s ja Austraalias on LNG kaubandus kogu maailmas jõudsalt kasvamas. Rajatakse uusi maagaasi veeldamistehaseid, LNG eksport- ja importterminale ning ehitatakse järjest suuremaid LNG-d kandvaid laevu. Aastateks 2014-2015 ennustatakse, et uued tööle hakkavad veeldamistehased kasvatavad tervelt 5% võrra LNG kaubanduse mahtu ning alandavad 10% võrra LNG hindu. Detailne ülevaade maailma LNG kaubandusest on toodud Rahvusvahelise Gaasiühingu (International Gas Union –IGU) 2013 koostatud LNG raportis, mis on leitav. http://www.igu.org/gas-knowhow/publications/igu-publications/IGU_world_LNG_report_2013.pdf

LNG on krüogeenne (temp. alla -160°C), läbipaistev, värvitu, lõhnatu, mittemürgine, mittekorrodeeriv vedelik, mis on ligikaudu poole kergem kui vesi. LNG tüüpilised füüsikalised omadused on toodud tabelis 1.

Tabel 1. LNG füüsikalisi omadusi

Parameeter	Ühik	Väärtus
Keemispunkt	°C	-160 – -162
Molekulmass		16,7 – 20,9
Tihedus	kg/m ³	392-485
Erisoojusmahtuvus	kJ/kg/°C	2,2 – 3,7
Viskoossus	cP	0,11 – 0,18
Soojusjuhtivus	W/m°C	0,19 – 0,22
Alumine kütteväärtus	MJ/kg	48,15
	MWh/m ³	5,63
	MWh/t	13,3

LNG väärtusahel

Traditsiooniline LNG väärtusahel algab maagaasi ammutamisest, maagaasi veeldamisest ehk LNG tootmisest ja LNG hoiustamisest veeldatud maagaasi eksportiva riigi eksportterminalis. Seejärel lastitakse LNG laevale, mis toimetab LNG üle ookeani. LNG-d importiva riigi sihtsadamasse kohale jõudes lossitakse LNG importterminali mahutitesse, taasgaasistatakse ning saadetakse maagaasivõrgu kaudu klientideni. Selliselt liigutatavad LNG kogused ulatuvad sadade tuhandete ja miljonite tonnideni aastas.

Tehnoloogia areng ning LNG odavnemine on andnud tõuke väikesemahulise LNG väärtusahela tekkeks. See on sisuliselt LNG jaotuskanal LNG importterminalist kuni väiketarbijateni välja, kus LNG taasgaasistatakse alles lõpptarbija vahetus läheduses. Väikeste LNG mahtude jaotamine on paindlik ja nõuab oluliselt väiksemaid transpordivahendeid ja seadmeid. Transpordivaheditena kasutatakse väiksemaid LNG laevu või pargaseid, auto- või raudteetsisterner. LNG hoiumahutitena kasutatakse reeglina metallkestaga „sigareid“ ning LNG aurustitena välisõhuaurusteid.

Enne maagaasi veeldamist eemaldatakse sellest kõik sellised komponendid, mis võivad veeldamiseseadmeid korrodeerida või ummistusi tekitada. Seetõttu võib LNG-d pidada veelgi puhtamaks kui seda on tavapärane maagaas. Puhastatud maagaasi temperatuur alandatakse soojuspumpade abil alla -162°C ning saadud vedelas olekus maagaas juhitakse LNG hoiumahutisse.

LNG koosneb põhiosas metaanist (tabel 2), millele lisandub väikestes kogustes etaani, propaani, butaani ja lämmastikku. Võrdlevas tabelis on toodud tüüpilised maagaasi ja LNG komponentkoostised.

Tabel 2. LNG ja maagaasi koostis

Parameeter	Maagaas	LNG
Metaan (CH ₄)	88,860%	91,1%
Etaan (C ₂ H ₆)	4,240%	4,3%
Propaan (C ₃ H ₈)	1,140%	3,0%
Butaan (C ₄ H ₁₀)	0,424%	1,4%
Pentaan (C ₅ H ₁₂)	0,126%	0
Heksaan (C ₆ H ₁₄)	0,081%	0
Heptaan (C ₇ H ₁₆)	0,024%	0
Oktaan (C ₈ H ₁₈)	0,003%	0
Lämmastik (N ₂)	4,006%	0,2%
Süsihappegaas (CO ₂)	1,096%	0

LNG merevedudeks kasutatakse spetsiaalsete krüogeensete mahutitega varustatud LNG laevu. Suurimad tänapäeval kasutuses olevad LNG laevad on Katari riiklikele gaasikompaniidele kuuluvad Q-max tüüpi laevad, mis mahutavad kuni 266.000 m³ veeldatud maagaasi. Läänemerel seilavad LNG laevad on märksa väiksemad ja nende veetavad LNG mahud ulatuvad kuni 15.000 kuupmeetri.

Kõige väiksemate LNG laevade mahutavused ulatuvad vaid mõnesaja kuupmeetri. Selliseid laevu kasutatakse punkerduslaevadena, mis tähendab et nende ülesanne on punkerdada (kütusega tankida) LNG-d kütusena kasutavaid laevu.

Maismaal veetakse LNG-d raudtee- või autotsisternidega. LNG maanteeveod toimuvad vastavalt ohtlike veoste rahvusvahelise autoveo Euroopa kokkuleppele (*European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road - ADR*), mis võeti vastu juba 1957.aastal ja millega Eesti ühines 1996. aastal.

LNG hoiustamiseks ja vaheladustamiseks kasutatakse spetsiaalseid krüogeenseid hoiumahuteid, mis koosnevad tavapäraselt kahest, üksteise sees asuvast mahutist. Sisemine (esmane) LNG hoiumahuti valmistatakse kõrge niklisisaldusega terasesulamist, mis talub LNG ülimaldalaid temperatuure ja ei muutu rabedaks. Välimise (teisese) hoiumahuti ülesanne on kaitsta sisemist mahutit vigastuste eest ning vältida LNG lekkeid, juhuks kui sisemine mahuti peaks mingil põhjusel siiski purunema. Välimine mahuti valmistatakse kas eelpingestatud betoonist või siis terasest. Tüüpiliselt valmistatakse väline mahuti betoonist suuremate LNG hoiustamismahtude puhul, mis suurtes importterminalides võivad ulatuda sadade tuhandete kuupmeetriteni. Väiksemates nn. satelliitterminalides, kus käideldakse märksa väiksemaid LNG mahte, kasutatakse reeglina metallist väliskestaga LNG hoiumahuteid, mis võivad olla nii horisontaalse kui vertikaalse paigutusega.

Selleks, et vältida väliskeskonna temperatuuri mõjul LNG ülessoojenemist ning sellega kaasnevat iseeneslikku aurustumist (*boil-off gas – BOG*), isoleeritakse kahe mahuti vaheline ruum väga madala soojusjuhtivusega isolatsioonimaterjalidega. Terasest mahutite puhul kasutatakse isolatsioonimaterjalina tihti perliiti ning mahutite vahelisse ruumi tekitatakse lisaks veel ka vaakum. Sõltuvalt ümbritseva keskkonna temperatuuridest, kasutatava LNG mahuti tüübist ning soojusisolatsiooni kvaliteedist võib LNG iseenesliku aurustumise määra alandada kuni 0,1%-ni mahutis hoitava LNG mahust päevas. Metallist kestaga LNG mahutite puhul loetakse 0,2%-list aurustumise määra väga heaks tulemuseks. Iseeneslikult aurustunud LNG kas tarbitakse (maagaasina) ära või siis kogutakse kokku, veeldatakse uuesti ning suunatakse LNG mahutisse tagasi.

Selleks, et LNG-d saaks tarbida, tuleb ta viia vedelast olekust gaasilisse faasi tagasi (taasgaasistada). Selleks kasutatakse LNG aurusteid, kus LNG soojendatakse kuni aurustumistemperatuurini. Väiksemate LNG koguste aurustamine viiakse läbi tavapäraselt välisõhuaurustitega, kus LNG juhitakse torustikku, mille välisseina pindala on maksimaalse soojusvahetuse saavutamiseks varustatud lamellidega.

Suuremate LNG mahtude taasgaasistamiseks kasutatakse sukeldatavaid põletusaurusteid (*submerged combustion vaporiser - SCV*) või soojusvaheteid, kus soojusagendiks on näiteks merevesi (*open rack vaporiser – ORV*). Saadud maagaasi rõhk alandatakse (või tõstetakse) gaasitorustiku jaoks sobilikule kõrgusele ning seejärel suunatakse gaas tarbijale.

LNG Eestis

LNG traditsiooniline kasutusviis on olnud taasgaasistamine ning saadud maagaasi võrgu kaudu lõppklientidele toimetamine. Väikesemahuline LNG väärtusahel toob kaasa võimaluse hakata maagaasi kasutama ka tarbijatel, kelleni maagaasivõrk ei ulatu. Eesti oludes on sellisteks tarbijateks

kõikvõimalikud energiamuundamise seadmed, mis toodavad soojus- ja elektrienergiat läheduses paikneva tööstuse või hoonete tarbeks. LNG vastuvõtmiseks ja taasgaasistamiseks paigutatakse selliste tarbijate juurde LNG hoiumahutist ja aurustitest koosnev LNG jaam, mida varustatakse autotsisternide abil. Nagu lisatud tabelist (tabel 3) nähtub, on LNG teiste vedelkütustega võrreldes küll kõige väiksema erikaaluga kuid seevastu kõige suurema energiasaldusega massiühiku kohta. See asjaolu teeb LNG veokulud vägagi konkurentsivõimeliseks teiste vedelkütuste vedudega.

Tabel 3. LNG võrdlus mitmesuguste vedelkütustega

	Tihedus kg/m ³	Alumine kütteväärtus MWh/t
Raske kütteõli	1000	11,28
Põlevkiviõli	920	11,25
Kerge kütteõli (diiselmootor)	840	11,74
Butaan	575	12,7
Propaan	510	12,88
LNG	421	13,3

LNG-st taasgaasistatava maagaasi kasutuselevõtu tulemusena alanevad tarbija soojusenergia tootmiskulud, vähenevad keskkonnaheitmed ning paranevad seadmete kasutegurid. Maagaasiga töötavad katelseadmed on täielikult automatiseeritavad ning nõuavad vedelkütuste kasutamisega võrreldes märksa vähem hooldus- ja remondikulud (vt. lisa STI tööst

http://issuu.com/elering/docs/tt_uurimist_katlamajade_leviimine_Ingle/1?e=3456465/1873472

Lisaks statsionaarsetele seadmetele võivad LNG tarbijateks olla ka kõik transpordivahendid, olgu need siis autod, bussid, traktorid, vedurid või laevad. Vedelkütuste asendamine LNG-st saadava maagaasiga vähendab märgatavalt sõidukite kütusekulud ning alandab drastiliselt heitgaaside ohtlikkust.

Maagaasi kasutamine automootoris alandab CO₂ heidet kuni 25% võrreldes bensiini ning kuni 20% võrreldes diiselmootori kasutamisega. Ratassõidukite tankimiseks rajatakse LNG tankla, mis koosneb termosifooniga LNG mahutist, kõrgsurvekompressorist, CNG salvestitest ning LNG ja CNG tankimisagregaadist. CNG-d eelistavad tavaliselt väikesõidukid ja kohalikud bussid ning lühimaaveokid.

Kuni LNG importterminali rajamiseni Eesti territooriumile, on võimalik LNG-d Eestisse toimetada kas auto- või raudteetranspordiga. Balti riikides esimesena alustab 2014. aastal JetGas OÜ (vt. www.jetgas.ee) LNG impordiga Kingissepa (Leningradi oblast, Vene Föderatsioon) veeldamistehasest oma klientidele Eestis. JetGas OÜ hinnangul ulatub LNG turumaht järgmise 5 aasta jooksul kuni 5000 tonnini ehk ligikaudu 66500 MWh aastas ning seda esmajoones seni põlevkiviõli tarbinud klientide arvel.