

## 4. Hybridiajoneuvojen erilaiset käyttökonseptit

Seuraavat sivut osoittavat, että kaikkia hybridiajoneuvoja ei ole tehty samanlaisiksi. Kyse on oleellisista eroista voimansiirron toteutuksissa rinnakkais-hybridin, sarja- ja rinnakkais-hybridin sekä akselijakoisten varianttien välillä. Eri konseptien perusominaisuuksien lisäksi konkreettisista ajoneuvokohtaisista esimerkeistä nähdään, miten ajoneuvovalmistajat suunnittelevat järjestelmiään käytännössä ja mitä erikoisratkaisuja voidaan käyttää. Tämä todistaa -vaatimatta täydellisyyttä - kuinka monimutkaista hybriditekniikka on.

### 4.1 Rinnakkaishybridi

#### 4.1.1 Pääominaisuudet ja perustoiminta

Rinnakkaishybridikäytön konsepti sopii sekä kevythybrideihin, kuten Mercedes-Benz S 400 Hybridiin (tyyppi W221, jotka eivät enää ihan uusia ole markkinoilla), että täyshybrideihin. Nyt on olemassa useita esimerkkejä jälkimmäisestä vaihtoehdosta. Autonvalmistajat, kuten BMW, Honda, Volkswagen, Mercedes-Benz, Kia, Peugeot ja Citroen – vain muutamia valmistajia mainitakseni – luottavat monien täyshybridimallien rinnakkaiskäyttöön.

#### Rinnakkaishybridin ominaisuudet

Rinnakkaishybridien pääominaisuudet: sekä polttomoottori että sähkömoottori on mekaanisesti kytketty pyöriin vaihteiston ja vetoakseleiden kautta. Tämä tarkoittaa, että molemmat moottorit voivat syöttää käyttövoimansa voimansiirtoon rinnakkain. Tämä järjestelmäarkkitehtuuri sallii kuitenkin myös vain polttomoottorilla tai vain sähkömoottorilla ajamisen.

Voimansiirron ja polttomoottorin välisen sähkömoottorin kytkennän ansiosta sähkömoottori voi toimia myös käynnistimenä rinnakkaishybrideissä. Sähkömoottori hoitaa polttomoottorin uudelleenkäynnistyksen pysäytysvaiheiden jälkeen (esim. liikennevaloihin pysähtymisen jälkeen). Se hoitaa myös uudelleenkäynnistyksen, kun sähköajo halutaan lopettaa - esimerkiksi koska kuljettaja haluaa kiihdyttää nopeasti tai koska akun varaustila on alhainen. Useissa hybridiautoissa on kylmäkäynnistystä tai "virta-avainkäynnistystä" varten (alhaisissa lämpötiloissa) myös perinteinen käynnistin. Tämä ratkaisu löytyy esimerkiksi Hondan hybridimalleista. Sen etuna on, että polttomoottori käynnistyy taatusti, vaikka korkeajännitejärjestelmä olisi viallinen tai korkeajänniteakku tyhjä.

Muissa hybrideissä sen sijaan sähkömoottori ottaa periaatteessa hoitaakseen

## 4 Hybridiautojen erilaiset käyttökonseptit

polttomoottorin käynnistämisen, eli myös kylmäkäynnistykseen tai manuaalisen käynnistykseen virta-avaimella. Näissä ajoneuvoissa tavanomainen käynnistin on loogisesti tarpeeton - mikä säästää kustannuksia ja painoa. Esimerkiksi Volkswagen luottaa tällaiseen ratkaisuun Jetta Hybridissä.

BMW sen sijaan käyttää erilaista lähestymistapaa joissakin hybridimalleissaan, kuten ActiveHybrid5. Uudelleenkäynnistystä varten baijerilaiset luottavat hihnäkäytöllä integroituu käynnistimeen/generaattoriin, joka on kytketty 12 V:n sähköjärjestelmään. Tällä ratkaisulla on tarkoitus säästää suurjännitte akun kapasiteettia niin, että sähköenergia voi-

daan käyttää täysimääräisesti ajamiseen. Vastaavissa BMW-malleissa bensiinimoottorin kylmäkäynnistystä/avainkäynnistystä ei kuitenkaan hoida käynnistin/generaattori, vaan tavanomainen käynnistin.

### Monitoimitoiminto

Toisin kuin moottorin käynnistyksessä on eroja, kaikille hybridiautoille on yhteistä, että sähkömoottori ottaa sähkömoottoritoiminnon lisäksi generaattoritoiminnon rekuperaatioon. Sähkömoottorissa on siis vähintään kaksi, yleensä kolme, toimintoa; sähkömoottori, generaattori ja järjestelmästä riippuen käynnistin.



**4.1** *Asennettuna pituussuunnassa tai poikittain: Klassisissa rinnakkaishybrideissä sähkömoottori sijaitsee tyypillisesti polttomoottorin ja voimansiirron välissä.*

**4.2 Enemmän kuin vaihtovirtageneraattori:** Joissakin BMW:n rinnakkaishybrideissä, kuten ActiveHybrid5:ssä, on hihnavetoon integroitu käynnistin/generaattori polttomoottorin käynnistämiseksi. Tämä on liitetty perinteiseen ajoneuvon sähköjärjestelmään.



### Rinnakkaishybridin edut

- Tarvitaan vain yksi sähkömoottori - toimii joko moottorina, generaattorina ja järjestelmästä riippuen käynnistimenä
- Suhteellisen korkea hyötysuhde suurilla nopeuksilla polttomoottorin suoran mekaanisen yhteyden ansiosta pyörän vetoon. Vääntömomenttia ei tarvitse jakaa, kuten tehonjaolla. Sarjakonseptiin verrattuna on se etu, että energiamuodon toistuvasta muuntamisesta ei aiheudu häviöitä.

### Rinnakkaishybridin haitat

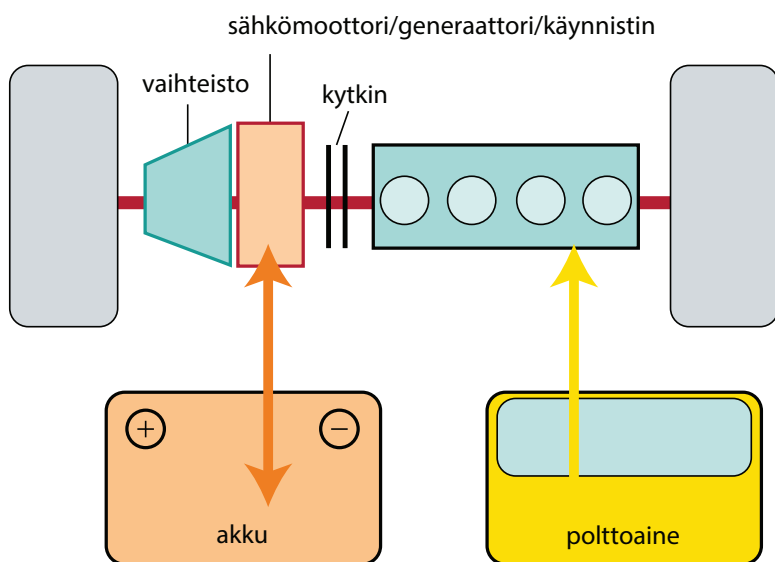
- Sarjakonseptiin verrattuna polttomoottoria ei voida käyttää vain optimaalisella alueella - mikä järjestelmän suunnittelusta riippuen tarjoaa vähemmän mahdollisuuksia polttoaineenkulutuksen ja päästöjen vähentämiseen.

### 4.1.2 Rinnakkaishybridin voimansiirto kytkimellä

Loogisesti ajateltuna polttomoottori on sammutettava sähköajoa varten. Tätä varten moottorinohjaus kytkee sytytyksen ja suihkutuksen pois päältä. Lisäksi

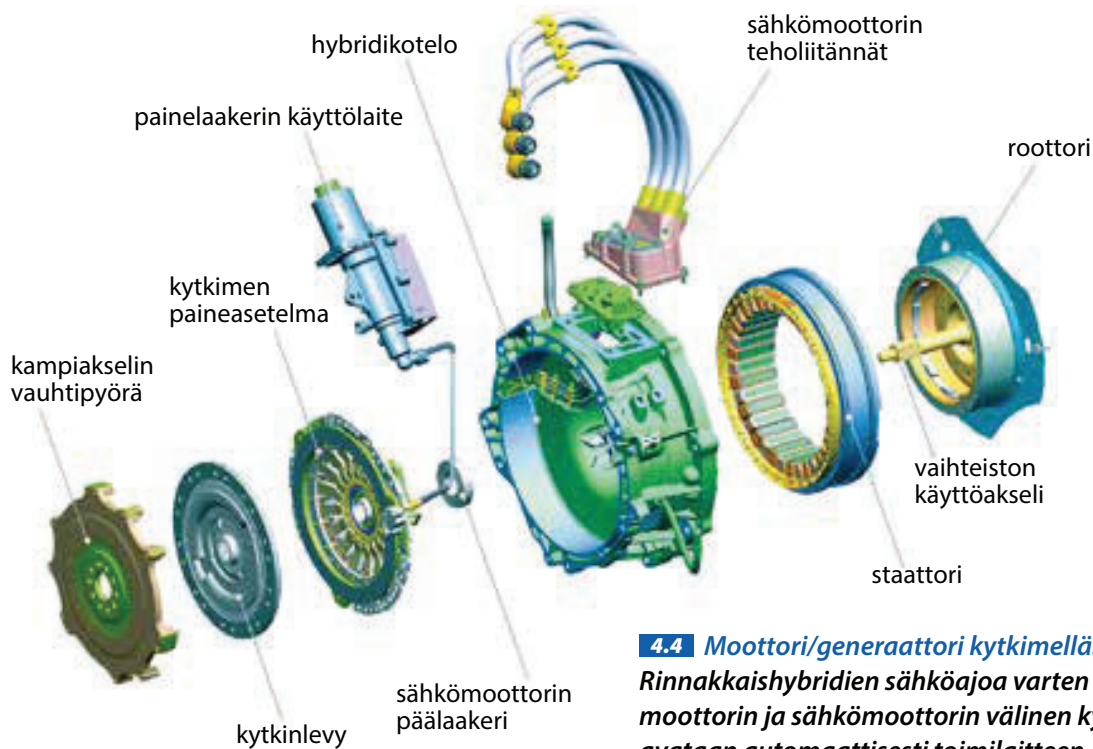
## 4 Hybridiautojen erilaiset käyttökonepit

### Rinnakkaishybridin voimansiirto (kytkimellä)



**4.3 Rinnakkaiskäyttö:** Komponenttien sijoittaminen ja sekä polttomoottorin että sähkömoottorin mekaaninen kytkentä pyöriin on tyypillistä rinnakkaishybridille. Molemmat moottorit voivat siis kuljettaa ajoneuvoa yhdessä tai erikseen. Kuva: Honda

Lähde: Honda



**4.4 Moottori/generaattori kytkimellä:** Rinnakkaishybridien sähköajoa varten polttomoottorin ja sähkömoottorin välinen kytkin avataan automaattisesti toimilaitteen avulla. Kuva: Volkswagen

polttomoottori irrotetaan sähkömoottorista ja siten myös muusta voimansiirrosta automaattisesti toimivan kytkimen avulla. Kytkin sijoitetaan yleensä vauhti- pyörän ja sähkömoottorin väliin.

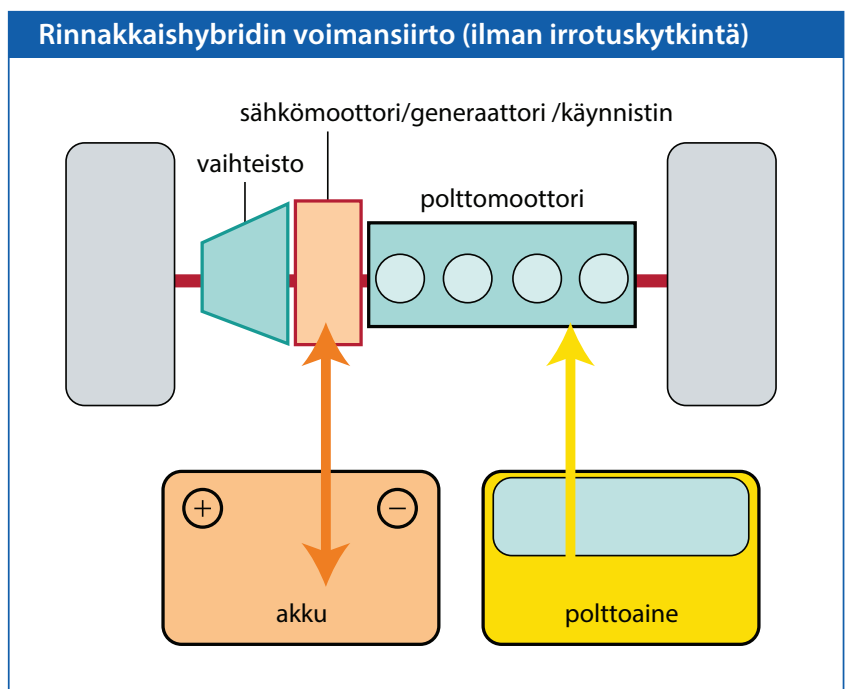
Polttomoottori on kytkettävä irti, jotta se ei pyöri sähkökäytön aikana. Loppujen lopuksi moottorin jarrutusmomentti aiheuttaisi tarpeettomia tehohäviöitä. Useissa ajoneuvoissa käytetään monilevykytkintä (öljykylpy) tavallisen tavallisen kytkimen sijasta. Teoreettisesti voidaan ajatella irrottamisen tehtävän myös vapaapyörällä.

### 4.1.3 Rinnakkaishybridin voimansiirto ilman kytkintä

Autonvalmistaja Honda, joka rakensi ensimmäisen sarjavalmistetun hybridi-autonsa Insightin vuonna 1999 ja siten vain kaksi vuotta Toyotan jälkeen, on kehittänyt rinnakkaishybridijärjestelmän ja luopunut kytkimestä. Japanilaiset ovat nimenneet järjestelmän, joka on suunniteltu myös täysin sähkökäyttöön, Integrated Motor Assist (IMA). Korkeajännitejärjestelmän lisäksi pääkomponentit ovat bensiinimoottori, CVT-vaihteisto ja niiden väliin sijoitettu sähkömoottori. Tällainen modifikaatio löytyy useista Hondan hybridimalleista.

### Sylinterien sammuttaminen irtikytkennän sijaan

Koska kytkin ja siten irrotusmahdollisuus eivät ole enää käytettävissä näissä ajoneuvoissa, yksi asia on selvä: polttomoottori jatkaa pyörimistä sähköajon aikana. Tietenkin, ajettaessa sähköllä, moottorinohjaus kytkee sytytyksen ja suihkutuksen pois päältä. Lisäksi se sammuttaa sylinterit. Tämä tarkoittaa: Hondan moottoreissa säädettävää i-VTEC-venttiiliohjausta ohjataan siten, että pako- ja imuventtiilit eivät enää toimi. Venttiilit pysyvät siis kiinni.



Lähde: Honda

**4.5 Ilman välikytkintä:** Hondan hybridijärjestelmä "Integrated Motor Assist" (IMA) on ilman kytkintä ja siten polttomoottorin irrottamista voimansiirrosta sähköajotilassa. Kuva: Honda

Miksei pelkkä sytytysvirran ja suihkutuksen katkaisu riitä? Jos venttiilit avautuisivat ja sulkeutuisivat edelleen, imuilma virtaisi sylintereihin ja siitä edelleen katalysaattoriin. Tulos: Koska sähköllä ajettaessa sylintereissä ei ole palamista, sisään tuleva ilma jäädyttäisi liikaa sylintereitä ja katalysaattoria.

Yksi haitoista olisi tarpeettoman korkeat päästöt polttomoottorin käynnistyttyään jälkeen. Näistä syistä venttiilit pysyvät kiinni sähköajotilan aikana, mikä estää ilman pääsyn sylintereihin.



**4.6 Suoraan laipassa:** Honda IMA -hybridijärjestelmässä sähkömoottori on kiinnitetty suoraan polttomoottorin kampiakseliin eikä välissä ole kytkintä.

Entä tehohäviöt? Hondan mukaan moottorin pyörittämisen aiheuttama jarrutusmomentti pitäisi olla mitätön. Tämä johtuu sylinterien pumppausvaikutuksesta, joka taas johtuu suljetuista venttiileistä. Kun yhtä mäntää hidastaa puristus AKK:sta YKK:hon, vastakkainen mäntä kiihtyy matkalla YKK:sta AKK:hon, koska aiemmin paineistettu ilma laajenee. Tämän kiihtyvyyden on tarkoitus kompensoida jossain määrin jarrutusmomenttia. On myös hyvä huomioda: Nämä Honda-mallit on suunniteltu vain erittäin lyhyille sähköajomatkoille, joten näissä ajoneuvoissa sähkömoottori on ensisijaisesti mukana tehostimena eikä painopiste ole sähköajotilassa.

## 4.2 Sarjahybridi (Range-Extender)

### 4.2.1 Pääominaisuudet ja perustoiminta

Kuten rinnakkaishybridijärjestelmällä varustetuissa ajoneuvoissa, sarjahybridillä varustetuissa ajoneuvoissa on sähkömoottori ja polttomoottori. Jälkimmäistä ei kuitenkaan ole kytketty mekaanisesti sarjajärjestelmässä voimansiirtoon, joten vain sähkömoottori toimittaa ajoneuvon ajamiseen tarvittavan vääntömomentin pyörille. Sähkömoottori on tällöin suunniteltava tehokkaaksi.

Sarjahybridissä polttomoottorin tehtävänä on sähkömoottorin pyörittäminen, joka toimii generaattorina. Tuotettu säh-