

Opinnäytetyö (AMK)

Ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

2023

Silja Mattila

Hydrauliikan asentaminen hyötyajoneuvoon

– Dynaset Oy



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Ajoneuvo ja kuljetustekniikka

Joulukuu 2023 | 37 sivua

Silja Mattila

Hydrauliikan asentaminen hyötyajoneuvoon

- Dynaset Oy

Opinnäytetyön aiheena oli kirjoittaa kattava raportti vuoden 2016 Ford Rangerin hydraulijärjestelmän asennuksesta. Toimeksiantajana työllä oli Dynaset Oy, jonka tuotteita asennuksessa käytettiin. Tavoitteena asennuksessa oli rakentaa toimiva hydraulijärjestelmä, joka saa voimansa ajoneuvon moottorin kampiakselilta. Opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä tietoa asennuksesta ja sen vaiheista, jotta tietoja voitaisiin käyttää kehittämään esimerkiksi perehdytystilanteita ja työohjeita.

Toimivan hydraulijärjestelmän aikaansaamiseksi piti moottorin kampiakselille asentaa uusi hihnapyörä, jolta asennettava hydraulipumppu saa voiman pyörittää ajoneuvon lavalle asennettavaa hydraulista generaattoria ja kompressoria. Asennustyön aikana piti suunnitella käytännössä miten ja minne toimilaitteet ja muut komponentit sijoitetaan.

Asennus oli haasteistaan huolimatta onnistunut. Asennuksesta sai kirjoitettua kattavan raportin työn vaiheista ja mahdollisuuksia sen jatkokäyttöä varten voidaan pitää mahdollisena.

Asiasanat:

hydrauliikka, asennus, sovellukset

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Automotive and Transportation Engineering

December 2023 | 37 pages

Silja Mattila

Installing hydraulics in commercial vehicle

- Dynaset Oy

The subject of the thesis was a written report on the installation of the hydraulic system of the 2016 Ford Ranger. The client was Dynaset Oy, whose products were used in the installation. The goal of the installation was to build a functioning hydraulic system that gets its power from the crankshaft of the vehicle's engine. The purpose of the thesis was to gather information about the installation and its phase, so that the information can be used to develop orientation and situational instructions.

For a working hydraulic system, a new pulley had to be installed on the crankshaft of the engine, to power up the hydraulic pump, from which it gets power to rotate the hydraulic generator and compressor. The actuators are installed on the platform of the vehicle. During the actual installation work, it was also necessary to plan how and where to place the actuators and other components.

Despite the challenges, the installation was successful. A comprehensive report was written about the stages of the installation, and it has possibilities of further use.

Keywords:

hydraulics, installation, application

Sisältö

1 Johdanto	6
2 Dynaset Oy	8
2.1 Tuotteet	8
2.1.1 Sähköä tuottavat laitteet	8
2.1.2 Korkeapainevesipumput	9
2.1.3 Paineilman tuottaminen	10
2.1.4 Muut tuotteet	11
2.2 Asennukset ja huolto	11
3 Taustateoria	12
3.1 Hydrauliiikan peruseriaatteet	12
3.2 Hydraulijärjestelmä	13
4 Hydrauliiikan asennus	15
4.1 Asennettava hydraulijärjestelmä	15
4.2 Ford Ranger	19
4.3 Ulosoton asentaminen	20
4.4 Toimilaitteiden sijoittelu	20
4.5 Toimilaitteiden kiinnitys	24
4.6 Läpiviennit ja hydrauliletkut	27
4.7 Sähköt ja ohjelmointi	28
4.8 Koeajo	29
5 Tavoitteiden saavuttaminen	33
5.1 Suunnittelu	33
5.2 Asennus ja sen vaiheet	34
5.3 Koeajo	34
6 Yhteenveto	36
Lähteet	37

Kuvat

Kuva 1. Hydraulikkaletkujen mitoitus (Salhydro 2023. Viitattu 8.9.2023)	18
Kuva 2. Öljysäiliön toivottu paikka ajoneuvon pohjassa	21
Kuva 3. Öljynjäähdyttimen toivottu paikka ajoneuvon pohjassa	22
Kuva 4. Ensimmäinen toimilaitteiden asettelusuunnitelma	23
Kuva 5. Generaattorin teline mallinnettuna	25
Kuva 6. Generaattorin ja jäähdyttimen teline	26
Kuva 7. Valmis asennus	30

Kuviot

Kuvio 1. Asennettavan järjestelmän hydraulikaavio	15
---	----

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena on perehtyä hydraulisten laitteiden asennukseen, käytännön suunnitteluun ja niiden käyttömahdollisuuksiin hyötyajoneuvoissa. Tarkastelun kohteena on vuosimallin 2016 Ford Rangeriin asennettavasta hydarulikonaisuudesta, joka sisältää hydrauligeneraattorin ja -kompressorin, sekä hihnavetoisen ulosoton.

Työn tavoitteena on raportoida asennuksen eri vaiheista ja kiinnittää huomiota, sekä ratkaista työn haasteet ja ongelmakohdat. Tietoja käytetään perehdytyksen ja työohjeiden parantamiseen, sekä auttamaan ongelmakohtien minimoimisessa. Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi suoritetaan varsinainen asennus käytännössä.

Asennuksen tavoitteena on kehittää mahdollisimman toimiva ratkaisu sekä toimivuuden, että markkinoinnin kannalta. Järjestelmän toimivuuden kannalta pitää huomioida helppo käytettävyys ja korjauksien mahdollistaminen, sekä huomioida rikkoontumisvaarat, kuten kolhujen välttäminen ja nopea kuluminen. Liikkuvassa ajoneuvossa pitää huomioida muuttuvat sääolosuhteet. Markkinoinnin näkökulmaa mietittäessä asennuksen pitää olla siisti ja näyttää yleisilmeeltään hyvältä, sillä ajoneuvon on tarkoitus kiertää Dynaset Oy:n mukana esimerkiksi erilaisilla messuilla ja olla työkäytössä edukseen.

Asennettavia varusteita hydraulijärjestelmään ovat hydraulikompressori HK450/8-14-E-Y, hydrauligeneraattori HG6,5E-E400SS23-34-VF ja sähköiset ohjainlaitteet: dieselmoottorin kierrosnopeudensäädin sekä AWIMEX-ohjausjärjestelmä. Toimivan järjestelmän aikaansaamiseksi tarvitaan myös erillinen öljysäiliö, öljynjäähdytin, hihnavetoinen ulosotto, 3/2 suuntaventtiili ja vapaakiertoventtiili, sekä letkua ja/tai putkea.

Asennus tehdään vuoden 2016 avolava Ford Rangeriin, jossa on 2.2 litrainen dieselmoottori. Ajoneuvo on Dynaset Oy:n työkäytössä, jossa sillä tehdään huoltotöitä kenttäolosuhteissa. Näissä tilanteissa helpottaa, kun ajoneuvosta saadaan joka paikassa paineilmaa ja sähköä, niin verkko- kuin voimavirtanakin.

Auto toimii myös omana itsenään markkinoinnin keinona, sillä varusteiden lisäksi ajoneuvo on teipattu Dynaset Oy:n logoilla.

2 Dynaset Oy

Dynaset Oy on maailman johtavia hydraulisten toimilaitteiden valmistajia. Hydraulilaitteet käyttävät työkoneen tuottamaa hydrauliiikkaa voimanlähteenään muuttaessaan sen sähköksi, korkeapainevedeksi, paineilmaksiksi, värinäksi, paineenkohotukseksi, magneettitehoksi tai alipaineeksi. Yrityksen arvoihin kuuluu vahvasti asiakaslähtöisyys, yhdessä tekeminen, rohkeus ja DYNASET-teknologia. (Dynaset Oy 2023.)

Yritys on perustettu vuonna 1986 Ylöjärvelle Suomeen, ja sen liikevaihto on ollut vuonna 2022 29,8 miljoonaa euroa. Yrityksen kirjoilla Suomessa on yli 100 työntekijää, kaikki saman katon alla Ylöjärvellä. Yritys on jaoteltu kahdeksaan osastoon: suunnitteluun ja tuotekehitykseen, myyntiin, hankintaan, jälkimarkkinointiin, markkinointiin, logistiikkaan, tuotantoon ja työnjohtoon. (Dynaset Oy, henkilökohtainen tiedonanto 17.8.2023.)

2.1 Tuotteet

Dynaset Oy:n tuoteperheisiin kuuluvat niin sähköä tuottavat kuin painettakin kohottavat tuotteet. Yhteisenä tekijänä tuotteissa on kuitenkin niiden voimanlähde sekä perusaate: hydrauliiikka ja monipuolistaminen. (Dynaset Oy 2023.)

Tuotevalikoima on suunniteltu monipuolisesti kattamaan monia eri toimialoja, kuten esimerkiksi rakentamista, kaivostoimintaa ja maanrakennusta, sekä kuljetusta, laivaliikennettä ja lentokenttiä. (Dynaset Oy 2023.)

2.1.1 Sähköä tuottavat laitteet

Dynaset Oy:n kasvavin tuoteryhmä on sähköiset tuotteet, sillä sähkönkulutus on suuressa kasvussa ympäri maailman. Dynaset Oy:n sähkötuotteiden suurin etu on mahdollistaa sähkönsaanti myös sähköverkon ulkopuolella käyttämällä hyväksi työkoneen, ajoneuvon tai aluksen joko valmiiksi olemassa olevaa

hydrauliikkaa tai muuta voimanlähdettä, kuten ajoneuvon polttomoottoria. Dynaset Oy valmistaa myös asiakkaan tarpeisiin vastaavia kokonaisia hydrauliikkajärjestelmiä. (Dynaset Oy 2023.)

Hydraulinen hitsausgeneraattori, tuotenimeltään HWG (hydraulic welding generator), taas muuttaa hydraulitehon hitsausvirraksi ja apusähköksi. Laite automaattisesti säättää hitsausvirran ja -jännitteen, jolloin käyttö on helppoa ja vaivatonta. Hitsausgeneraattorin voimanlähteenä on hiljainen ja kompakti hydraulimoottori, joka on helppo asentaa erilaisiin hydraulijärjestelmiin. HWG:n hyviä puolia ovat käyttövalmius, luotettavuus ja ajan, tilan ja resurssien säästö. Käyttökohteita HWG:lla ovat esimerkiksi teiden ja infrastruktuurin kunnossapito, putkien hitsaus, pienet korjaushitsaukset, sekä virrantuotto työkaluille, oppopumpuille tai esimerkiksi 1- ja 3-vaihemoottoreille. (Dynaset Oy 2023.)

Hydraulisten generaattoreiden, tuotenimeltään HG (Hydraulic Generator), käyttökohteita ovat verkkovirtatoimiset laitteet, kuten työkalut, lämmittimet ja jäähdyttimet. HG:n parhaimpia ominaisuuksia on teho-koko -suhde, sillä se on dieselgeneraattoriin verrattuna jopa 95% pienempi. Tuoteryhmässä on kaikki pistorasiatyypit ja jännitteet saatavilla. (Dynaset Oy 2023.)

Muita sähköisiä tuotteita ovat esimerkiksi säätyvä hydrauligeneraattorijärjestelmä, jolla voidaan muuttaa moottorin teho sähköksi hydraulisen voimanulosoton avulla, sekä hydraulinen maavirtageneraattori, jolla voidaan antaa maavirtaa lentokentillä käyttämällä ajoneuvon hydraulitehoa. (Dynaset Oy 2023.)

2.1.2 Korkeapainevesipumput

Korkeapainevesi on Dynaset Oy:n yksi tärkeimpiä tuoteryhmiä. Dynasetin hydrauliset korkeapainevesipumput (HPW, Hydraulic Power Washer) vaihtelevat ominaisuuksiltaan, käyttötarkoituksiltaan ja koiltaan varsin paljon. Esimerkiksi pesureiden painot vaihtelevat reilusta kuudesta kilogrammasta reiluun 177 kilogrammaan, vesipaineen tuotot 90 baarista 1600 baariin ja

vesivirtaus 15 litrasta 300 litraan. Käyttötarkoituksesta ja hydraulitehosta riippuen valitaan sopiva tuotemalli ja mahdolliset varusteet. (Dynaset Oy 2023.)

Hydraulisilla korkeapainepesureilla on useita sovelluksia, kuten KPL kadunpesulaite tai HPW-DUST korkeapainepölynsidontajärjestelmä, sekä PPL Putkenpesulaite. (Dynaset Oy 2023.)

2.1.3 Paineilman tuottaminen

Dynaset Oy:n kolmas tärkeä tuoteryhmä on hydraulinen paineilmakompressori. Tuotevalikoimassa on kahdenlaista päämallia, mäntä- ja ruuvikompressoria, mutta myös lamellikompressori löytyy valikoimasta. (Dynaset Oy 2023.)

Ruuvikompressorissa ilma puristuu paineilmaksiksi kahden ruuvin välistä suoraan käytettäväksi tai mahdollisesti kuluttajan omaan paineilmasäiliöön hydraulitehon avulla. Ruuvikompressori toimii jatkuvassa käytössä erinomaisesti, joten se on hyvä ratkaisu esimerkiksi kaivosteollisuuteen. (Dynaset Oy, henkilökohtainen tiedonanto 29.8.2023.)

Mäntäkompressori toimii hydrauliteholla kahden puristavan männän avulla, joista isommissa malleissa, kuten HK1000, isompi mäntä on esipuristukseen ja pienempi lopulliseen puristamiseen. Pienemmissä malleissa ei ole erikseen esipuristusta, vaan siellä kaksi mäntää, jotka puristavat ilman säiliöön. Mäntäkompressorien runko on samalla paineilmasäiliö, jossa on paineilmanrajoitin suojelemassa ylipainetta. Rajoittimia on kahdenlaisia: kevennysventtiileitä tai sähköisiä painekykimiä. Lähtökohtaisesti kaikissa mäntäkompressoreissa on rajoitettu öljynkulkua, joko pyörintänopeudensäätöpatruunalla, joka säättää hydraulimoottorin pyörimisnopeutta, tai virtauksenrajoitinventtiilillä, joka estää liian suuren öljyvirtauksen laitteeseen. (Dynaset Oy, henkilökohtainen tiedonanto 29.8.2023.)

Hydrauliset lamellikompressorit ovat myynniltään pienin kompressorimalli, sillä niissä on enemmän rikkoontuvia osia ja ne ovat teho-koko -suhteeltaan

huonompia kuin mäntä- tai ruuvikompressorit. Lamellikompressorit toimivat staattorin, roottorin ja lamellien muodostamien puristustilojen avulla pyörimisliikkeen aikana. Ruuvikompressorit korvaavat nykyisin lamellikompressorit suurilta osin. (Dynaset Oy, henkilökohtainen tiedonanto 29.8.2023.)

2.1.4 Muut tuotteet

Muita tuotteita Dynaset Oy:lla on esimerkiksi magneettigeneraattorit ja hydraulimagneetit. Magneeteilla voidaan kerätä esimerkiksi metalliromua rautateiltä ja tienpientareilta. Varsinkin kaivinkoneita ajatellen tuotevalikoimaa on myös laajennettu tärinän ja paineenkohotuksen puolelle, tärinää aiheuttamalla kaivinkoneen kauhan tunkeutuu paremmin maahan esimerkiksi routatöissä ja paineenkohottimella voidaan esimerkiksi lisätä sylinterivoimaa. (Dynaset Oy 2023.)

2.2 Asennukset ja huolto

Dynaset Oy asentaa tuotteitaan asiakkailta suoraan, ja se tapahtuu asentamon kautta. Asennus voidaan tehdä joko asiakkaalla paikan päällä tai yrityksen omissa tuotantotiloissa. Noin 90 % asennuksista tehdään asiakkaalla. Hydraulikan asennuksia tehdään myös yrityksen omiin ajoneuvoihin, kuten opinnäytetyössä käsiteltävään Ford Rangeriin. Asennuksien tavoitteena on markkinoida uutta teknologiaa ja uudenlaisia ratkaisuja, sekä myös helpottaa yrityksen huolto- ja korjaustehtäviä toimitilojen ulkopuolella. Yrityksen omat ajoneuvot ovat usein esillä erilaisilla messuilla. (Dynaset Oy, henkilökohtainen tiedonanto 28.8.2023.)

Huolto toimii asentamon kanssa osittain samoissa tiloissa ja osittain asiakkaalla. Huoltotoimintaan kuuluu takuuhuoltojen lisäksi rikkoutuneiden laitteiden huolto ja korjaus. (Dynaset Oy, henkilökohtainen tiedonanto 28.8.2023.)

3 Taustateoria

3.1 Hydrauliiikan peruseriaatteen

Hydrauliiikalla tarkoitetaan voiman- ja tehonsiirtoa nesteen virtauksen ja paineen avulla. Hydrauliiikan hyötyjä ovat voiman tuottaminen ja säätökyky myös suurilla voimilla ja momenteilla. Hydrauliiikassa myös asennukset ovat suhteellisen yksinkertaisia, sillä öljy toimii myös hydraulipumpuissa ja toimilaitteissa voiteluaineena ja jäähdytysnesteenä. Pumppu muuttaa mekaanisen energian hydraulien energiaksi ja toimilaitteet muuntavat hydraulien energian voimaksi tai mekaaniseksi liikkeeksi. (Kauranne ym. 2006, 11-12, 46, 80)

Hydrauliiikassa on voimassa Pascalin määritelmä, jossa kerrotaan, että paine jakaantuu tasaisesti suljetussa tilassa tilan muodosta riippumatta. Tähän lakiin perustuu hydrostaatiikka eli hydrauliiikka. (Kauranne ym. 2006, 19)

Järjestelmissä käytettävillä hydrauliiöljyillä on useita kriteereitä, kuten esimerkiksi puristettavuus, voiteluominaisuudet, viskositeetin sopivuus ja tasaisuus paineen ja lämpötilan muuttuessa, sekä ilman erottuvuus. Puristettavuus tahdotaan pitää mahdollisimman pienenä, jotta epätarkkuutta ja värähtelyjä ilmenee mahdollisimman vähän. Viskositeetti tarkoittaa virtausaineen sitkeyttä, joka aiheuttaa sisäistä kitkaa. Sisäinen kitka on vastavoima, joka hidastaa nesteen liikettä. Yleensä öljyt ovat mineraaliöljyjä, joihin on lisätty erilaisia lisäaineita. (Kauranne ym. 2006, 39, 67, 80-86)

Virratessaan hydrauliiöljy muodostaa virtaushäviöitä. Häviöiden määrää voidaan kuitenkin suunnittelun avulla pienentää mahdollisuuksien mukaan, kuten esimerkiksi kitkavastushäviötä valitsemalla oikean kokoisen putken, jotta voitaisiin välttää häviöitä kasvattavaa turbulenti virtausta. Öljynvirtaus on aina joko turbulenti eli pyörteistä, tai laminaarista eli suoraviivaista. Laminaarisessa virtauksessa putken pinnan karheus ei vaikuta kitkavastuskertoimeen. Turbulentti virtaus muodostuu pääasiassa liian suuresta virtauksesta liian pienessä putkessa, ja yleensä järjestelmissä virtaus on pyörteistä. Oikean kokoisella putkistolla voidaan myös välttää imuputkien

kavitaatio ja ehkäistä komponenttien kulumista. Kertavastushäviöitä muodostuu liittimissä, komponenteissa ja muissa tilan muutoksissa, ja ne ovatkin yleisesti järjestelmän suurimmat häviöt. (Kauranne ym. 2006, 43, 58)

3.2 Hydraulijärjestelmä

Hydraulijärjestelmiä voi olla sekä avoimia että suljettuja. Avoimia järjestelmiä käytetään yleensä teollisuudessa. Järjestelmän tunnusmerkkejä ovat suuri nestesäiliö, josta neste imetään yksisuuntaisen pumpun avulla ja johon se toimilaitteilta lopulta palaa. Suljettuja järjestelmiä käytetään yleisesti moottorikäytöissä, sillä niissä ei ole suurta nestesäiliötä, vaan neste palaa kierroksensa päätteeksi takaisin kaksisuuntaisen pumpun imupuolelle. (Kauranne ym. 2006, 13-14)

Hydraulipumpun tehtävänä on muuntaa mekaaninen teho hydrauliseksi. Pumpun toimintaperiaatteet perustuvat syrjäyttämiseen, joten ne eivät nosta painetta vaan aiheuttavat tilavuusvirtaa, eli liikuttavat öljyn järjestelmän imupuolelta painepuolelle. Yleisimpiä hydrostaattisia pumpputyyppejä ovat hammaspyörä-, ruuvi-, siipi- ja mäntäpumput. Nämä eroavat toisistaan erilaisilla toimintaperiaatteiltaan, jotka mahdollistavat erilaisten käyttökohteiden eroavaisuudet. Pumput eritellään toisistaan toimintaperiaatteen lisäksi myös vakio-tilavuus- ja säätötilavuuspumppuihin. Vakio-tilavuuspumpussa haluttua tilavuusvirtaa voidaan muokata ulosoton pyörimisnopeuden avulla. Säätötilavuuspumpussa voidaan käyttää vakionopeudella pyörivää ulosottoa, ja säätää tilavuusvirtaa joko portaallisesti tai portaattomasti. Pumppuja on yksi- ja kaksisuuntaisia. Yksisuuntaiset pumput toimivat nimensä mukaisesti vain yhteen suuntaan, kun kaksisuuntaiset molempiin suuntiin, sekä eteen- että taaksepäin. Yksisuuntaisia pumppuja käytetään avoimessa järjestelmässä, ja kaksisuuntaisia yleisemmin suljetussa järjestelmässä. (Kauranne ym. 2006, 92-120)

Hydraulimoottoreiden tarkoituksena on muuttaa hydrauliteho taas mekaaniseksi tehoksi. Moottorit toimivat pumppujen tavoin syrjäytysperiaatteella, mutta käänteisesti. Toimilaitteet, kuten hydraulinen generaattori, muuntavat

hydraulitehon moottorin avulla halutuksi lopputuotteeksi, tässä tapauksessa sähköksi. (Kauranne ym. 2006, 122)

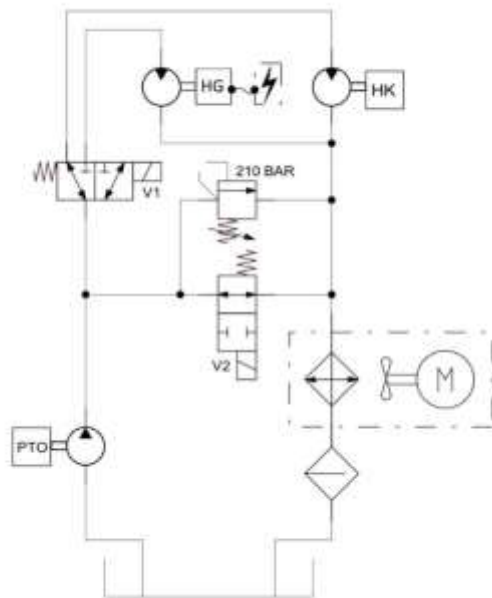
Venttiileillä ohjataan tilavuusvirran suuntaa ja säädetään paineen ja tilavuusvirran suuruutta, joiden perusteella ne myös jaotellaan suunta-, paine- ja virtaventtiileihin. On kuitenkin olemassa myös proportionaali-, servo- ja patruunaventtiileitä, jotka voivat toimittaa kaikkia venttiilien tehtäviä. (Kauranne ym. 2006, 164)

Muita komponentteja hydraulijärjestelmässä ovat esimerkiksi jäähdytin, öljynsuodatin ja -säiliö, sekä hydrauliletkut. Suodattimen merkitys järjestelmässä on suuri, sillä epäpuhtaudet heikentävät järjestelmän käyttöikä ja toimintaa. Epäpuhtauksiksi huomioidaan kaikki hydraulineesteeseen kuulumattomat partikkelit, niin liuenneet kuin liukenemattomatkin. Säiliön tehtävänä on toimia nestevarastona, sekä osittaisena suodattimena ja jäähdyttimenä. Öljysäiliössä ilma ja vesi erottuvat luonnollisesti öljystä, jolloin ainoastaan niiden takaisin sekoittuminen on vältettävää. Jäähdytin on lämmönsiirrin, jonka tarkoituksena on viilentää järjestelmää siirtämällä lämpöenergia paikasta toiseen. Järjestelmä toimii parhaiten stabiilissa lämpötilassa, jolloin lämpötilanvaihtelut eivät rasita järjestelmää. Hydraulinesteen ollessa kuitenkin liian kylmää sen optimiarvoon verrattuna, sen voitelukyky heikkenee, kitkahäviöt kasvavat ja kavitaatiovaara imuputkistossa kasvaa. Nesteessä taas liian kuumaa optimiarvoon verrattuna sen vuotohäviöt kasvavat ja voitelukyky heikkenee. Korkeat lämpötilat myös kuluttavat nesteen ja tiivisteet nopeammin. (Kauranne ym. 2006, 289, 309, 315; Kauranne ym. 2008, 397)

4 Hydrauliikan asennus

4.1 Asennettava hydraulijärjestelmä

Opinnäytetyön tavoitteena on asentaa ajoneuvoon hydraulivoiman ulosotto, hydraulinen kompressori, generaattori, jäähdytin, painerajoitettu vapaakiertoventtiili, öljysäiliö ja sähköiset ohjauslaitteet: AWIMEX ja kierrosnopeudensäädin. Muun muassa näiden komponenttien avulla muodostetaan ajoneuvoon toimiva hydraulijärjestelmä, jota normaalissa avolava-autossa ei tehtaalta tullessaan ole. Kuvio 1 esittää opinnäytetyössä käsiteltävää ja asennettavaa hydraulijärjestelmää.



Kuvio 1. Asennettavan järjestelmän hydraulikaavio

Kuvio 1 esittää avointa hydraulikkajärjestelmää, jossa alimpana on esitetty öljysäiliö. Öljysäiliöstä öljy imetään hydraulipumpulle, joka saa voimansa ajoneuvon moottorista. Pumpulta öljy menee T-haarasta joko painerajoitetulle vapaakiertoventtiilille tai 3/2-venttiilille. 3/2-venttiililtä öljy kulkee joko kompressorille tai generaattorille. Toimilaitteilta tai painerajoitetulta

vapaakiertoventtiililtä öljy virtaa jäähdyttimelle ja siitä suodattimen kautta takaisin säiliöön. Ohjaus on toteutettu sähköisesti.

Tässä tapauksessa asennettava pumppu on yksisuuntainen vakiotilavuuksinen hammaspyöräpumppu, jonka välityssuhde kampiakselilta on 1:1,15 (AEC 2023. Viitattu 4.10.2023). Hydraulivoiman ulosotto saa voimansa ajoneuvon moottorin kampiakselilta, jolta pumpulle asennetaan oma moniurahihnakokonaisuus. Ulosottokokonaisuus sisältää kampiakselin päälle laitettavan hihnapyörän, hihnankiristimen, magneettikytkimen, moniurahihnan ja itse hydraulipumpun, sekä ajoneuvoon ja ulosottoon sopivat kiinnikkeet. Magneettikytkimen tehtävä järjestelmässä on mahdollistaa moottorin pyöriminen ilman, että hydraulipumppu käynnistyy. Ulosoton asennussarja tulee ulkopuoliselta valmistajalta, sillä kustannussyistä Dynaset Oy:llä ei valmisteta enää omia hydraulipumppuja (Dynaset Oy, henkilökohtainen tiedonanto 14.8.2023.). Hammaspyöräpumpun etuina asennuksessa ovat hyvä hyötysuhde pienissä paineissa, edullisuus, sekä laaja painealue (Kauranne ym. 2008, 150,153).

Painerajoitettu vapaakiertoventtiili on sähkösäätöinen suuntaventtiili. Vapaakiertoventtiili mahdollistaa öljyn lähes vastuksetoman kiertämisen osassa järjestelmää tarpeen vaatiessa. Vapaakiertoa voidaan käyttää öljyn lämmitykseen sekä viilennykseen jäähdyttimen kautta kulkiessaan, sekä mahdollistaa kompressorin painerajoittimen toiminta. Vapaakiertoventtiili on sähkösäätöinen, jotta AWIMEX-ohjauslaitteen avulla sen käyttöä voidaan ohjata. Painerajoittimen tehtävä venttiilissä on varmistaa liiallisen paineen aiheuttamat laiterikot avaamalla vapaakiertoventtiili 210 baarin ylittyessä. Toinen suuntaventtiili järjestelmässä on 3/2-venttiili. Venttiilin tehtävänä on ohjata öljyvirtaus halutulle toimilaitteelle sähköisellä ohjauksella.

Hydraulinen kompressori on mallinimeltään HK450/8-14-E-Y, ja sen paineilman tuotto on 450 litraa minuutissa ja tuottama ilmanpaine on 8 baaria. Kyseisen kompressorin vaatima öljyvirtaus on 14 litraa minuutissa ja painetta 210 baaria. Kompressori on mäntätoiminen, joka toimii mainiosti lyhytaikaisessa käytössä. Kompressorissa on varusteina sähköinen painekytkin, joka katkaisee

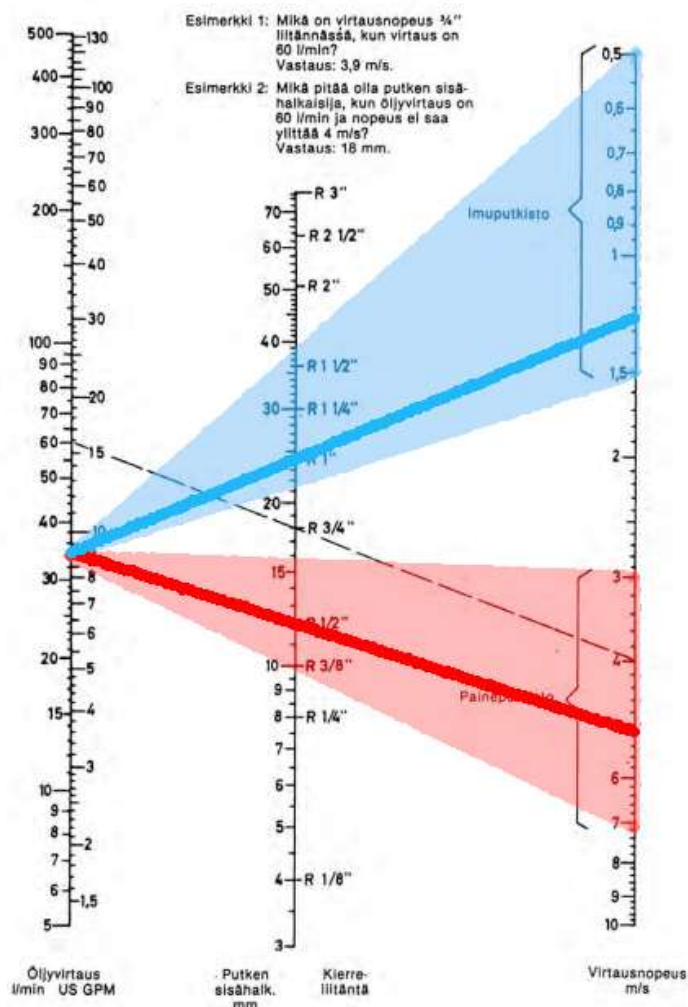
kompressorin pyörimisen säiliön täytyttyä, sekä syklonisuodatin, joka suodattaa tehokkaasti kompressorin imuilman.

Asennettava generaattori, HG6,5E-E40SS23-34-VF, vaatii öljyvirtausta 36 litraa minuutissa ja painetta 210 baaria. Kyseinen generaattori toimii 50 hertsin taajuudella tuottaen voimavirtana 400 volttia jännitettä ja 9,4 ampeeria virtaa, sekä verkkovirtana kahdesta erillisestä pistokkeesta 230 volttia ja 16 ampeeria. Tuotteen IP (Ingress Protection) luokitus on 23, eli se on sateelta suojattu (Linak 2023).

Jäähdyttimen teho on 5 kilowattia. Jäähdyttimessä on kaksi mahdollista sisäänmenoaukkoa, sekä kolme mahdollista ulosmeno. Jäähdytin on varusteltu ohitusventtiilillä, joka ei ole normaalin käytön kannalta välttämätön, mutta se suojaa järjestelmää hajoamiselta ylipainetilassa, esimerkiksi tukoksen sattuessa, sekä helpottaa öljyvirtausta suurilla viskositeeteilla. Jäähdyttimessä on sähköinen puhallin, joka lämpöreleen sulkeutuessa käynnistyy automaattisesti, tai sen saa pakotettua pyörimään AWIMEX:n ohjauspaneelistä.

Öljynsuodatin on integroitu öljysäiliöön. Säiliön tilavuus on 10 litraa. Öljysäiliöön lisättiin öljysilmä helpottamaan öljyn silmämääräistä tarkistusta ja huoltoa, sekä auttamaan mahdollisten vikatilanteiden diagnosointia.

Paine- ja tankkiletkujen koot määräytyivät oheisen Kuva 1 avulla.

SUOSITELLUT VIRTAUSNOPEUDET


6

Kuva 1. Hydrauliikkaletkujen mitoitus (Salhydro 2023. Viitattu 8.9.2023)

Kuvassa 1 on täytetty putkistojen koon määrittävä kuvio. Sininen väri kuvastaa imupuolta ja punainen painepuolta. Järjestelmän vaatima ja suurin mahdollinen öljynkulutus on generaattorilla, 36 litraa minuutissa, joten se on molemmissa putkistoissa lähtöpiste. Janojen toisessa päässä pitää päätyä joko imu- tai paineputkiston alueelle. Tällöin letkujen kooksi määräytyi painepuolelle ½" ja

imupuolelle 1". Haaleampina alueina on merkitty muut mahdollisuudet putkistojen kooksi, josta selviää, että imupuolen putkiston koko on alueen alarajan tuntumassa, ja sen koko olisi voinut olla helposti myös 1 ¼". Paineputkiston mitoitus on varsin ideaali, sillä jana kulkee alueen keskellä.

Sähköinen ohjaus on toteutettu AWIMEX:in ohjainlaitteella ja käyttö siihen kuuluvalla ohjauspaneelilla. AWIMEX on ohjausjärjestelmä, joka voidaan ohjelmoida ohjaamaan ajoneuvon lisävarusteita, kuten tässä tapauksessa hydrauliiikan ulosottoa, toimilaitteiden toimintaa ja kierrosnopeudensäädintä. E-Cruisen kierrosnopeudensäädin säädetään nostamaan auton moottorin kierroksia tietyn toimilaitteen kanssa sopivalle nopeudelle, jotta pumppu tuottaa oikean määrän tilavuusvirtaa. Kierrosnopeudensäädin on yhdistetty ajoneuvon väyläjärjestelmän ja kaasupolkimen asentotunnistimen väliin. E-Cruisen toiminta perustuu kaasupolkimen asentotunnistimen datan manipuloimiselle, jotta se saa ajoneuvon järjestelmän luulemaan, että kaasua painetaan, ja nostaa sen avulla kierroksia.

4.2 Ford Ranger

Ajoneuvo johon järjestelmä asennetaan, on vuoden 2016 Ford Ranger. Ajoneuvo on kaksipaikkainen avolava, jonka poistettujen takapenkkien tilalle on työkalulaatikosto. Auton lava on vuorattu alumiinilevyllä, jotta se kestäisi paremmin kulutusta.

Ajoneuvon moottorin teho on 118 kilowattia ja sen moottorin koko on 2198 cm³ (Traficom 2023. Viitattu 4.10.2023). Moottorin tyhjäkäynti on säädetty noin 700 kierrokseen minuutissa, ja kierrosnopeudenrajoitin on noin 5000 kierrosta minuutissa. Nämä kierrosluvut määrittävät ylä- ja alarajan pumpun mahdolliselle pyörimisnopeudelle ja siten tuotolle.

4.3 Ulosoton asentaminen

Asennus aloitettiin asentamalla ajoneuvoon ulosotto, joka sisältää hydraulipumpun ja magneettikytkimen. Voiman välitys tapahtuu hihnan välityksellä kampiakselilta.

Jotta ulosoton kampiakselilta pystyi asentamaan valmistajan ohjeiden mukaisesti paikalleen, tarvitsi autosta irrottaa ainoastaan metalliset pohjapanssarit ja etukallistuksenvakaaja. Auton alkuperäisestä tekniikasta ei vaihdettu kuin yksi hihnapyörän kiinnike ja ahtopaineletku.

Ulosottokokonaisuudessa oli mukana hihnapyörä, joka asennettiin kampiakselille. Hihnapyörän avulla moottorin teho saadaan kamiakselilta hihnan kautta magneettikytkimelle tulevalle hihnapyörälle. Magneettikytkin asennettiin moottorin alapuolelle, jossa oli pieni tila hydraulipumpulle moottorin vieressä.

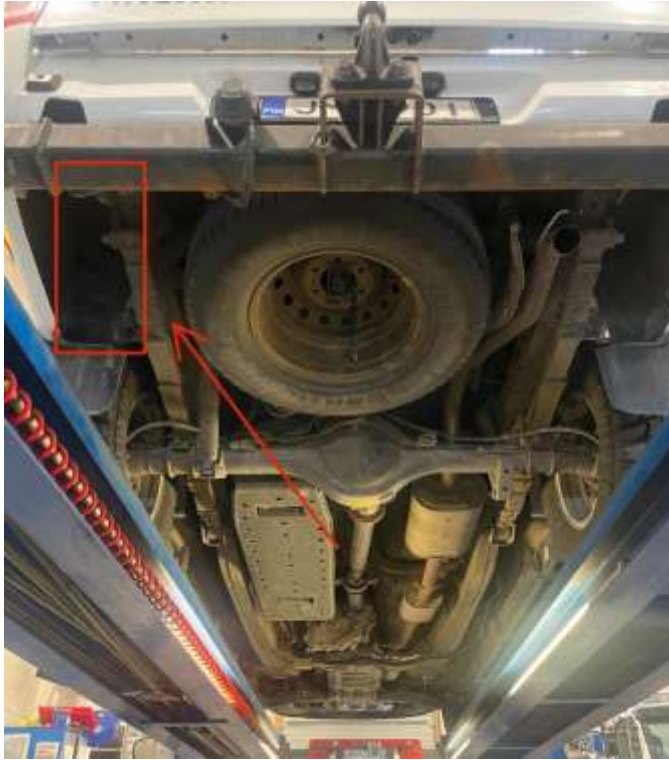
Asennussarjan mukana tullut moniurahihna oli liian pitkä, joten siihen jouduttiin mittaamaan ja tilaamaan uusi. Mittaaminen onnistui pyöräyttämällä ohutta johtoa hihnapyörien ympäri ja mittaamalla tarvittu johdon pituus. Mittaamisessa voisi käyttää myös narua tai muuta joustamatonta ja taipuisaa materiaalia, mutta johtoon päädyttiin sen saatavilla olevuuden takia. Asentaminen oli siltikin varsin haastavaa, sillä tilattu uusi hihna oli hieman liian lyhyt.

Ulosoton asennuksessa meni aikaa muutama päivä, mutta sen olisi pystynyt tekemään nopeamminkin, jos samaan aikaan ei olisi esimerkiksi suunniteltu toimilaitteiden sijoittelua lavalle. Uutta moniurahihnaa sai myös odotella useamman päivän.

4.4 Toimilaitteiden sijoittelu

Alkuperäisenä toiveena oli laittaa öljysäiliö, vapaakiertoventtiili ja jäähdytin auton pohjaan, jotta lavalle olisi jäänyt mahdollisimman paljon tilaa ja asennus olisi näyttänyt mahdollisimman siistiltä. Pohjassa oli kuitenkin turhan niukasti tilaa, ja asentamista varten olisi tarvinnut muokata sekä ajoneuvon että pohjaan

asennettavien laitteiden rakennetta. Kuvassa yksi ja kaksi on näytetty alkuperäinen asettelu. Kuva 2 on otettu ajoneuvon takaa, ja Kuva 3 ajoneuvon edestä.



Kuva 2. Öljysäiliön toivottu paikka ajoneuvon pohjassa

Jos öljysäiliö olisi laitettu auton pohjaan, se olisi parhaiten mahtunut toisen takapyöränkaaren taakse, kuten Kuvaan 2 on merkitty. Öljysäiliölle olisi pitänyt tehdä täyttöreikä lavalle tai auton kylkeen ja säiliössä olevan suodattimen vaihto olisi hankaloitunut. Sen lisäksi ajoneuvon omaan rakenteeseen olisi

todennäköisesti tarvinnut tehdä muutoksia, jotta laatikonmallinen säiliö olisi mahtunut takapuskurin alle niin, ettei ajoneuvon maavara olisi muuttunut.



Kuva 3. Öljynjäähdyttimen toivottu paikka ajoneuvon pohjassa

Jäähdyttimen kanssa oli samankaltaisia ongelmia, ja sen sijoittelu on merkitty kuvaan 3. Sellaisenaan jäähdytin ei kuitenkaan olisi sinne mahtunut, vaan jäähdyttimessä oleva ohitusventtiili olisi pitänyt poistaa.

Alkuperäisessä suunnitelmassa letkujen pituus ja asettelu olisi myös ollut vaikeampaa, sillä silloin letkua olisi tarvinnut olla ajoneuvon pohjassa enemmän. Pohjassa ei kuitenkaan ole kauheasti mahdollisuuksia hydrauliletkun sijoittelulle, sillä ajoneuvon pakoputki, kardaani ja alkuperäisen maavaran säilyttäminen asettavat vaatimuksia asentamiselle. Näiden haasteiden takia ajauduttiin miettimään erilaisia vaihtoehtoisia asennusratkaisuja.

Lavalle oli tarkoitus mahduttaa toimilaitteiden lisäksi myös EUR-lava, jotta auton isomman kuorman lastaus ja purku olisi mahdollisimman helppoa. Tätä mietittäessä päädyttiin siihen, että kaikki laitteet laitetaan lavan matkustamon viereiselle reunalle, jolloin letkutukset pysyvät mahdollisimman lyhyinä, sekä EUR-lavan saa mahtumaan lavalle sekä poikittain että pitkittäin. Tämän suunnitelman ongelmana oli kuitenkin kuormalavan laittaminen lavalle, sillä jos lavan olisi epähuomiossa lastannut liian pitkälle, se olisi osunut toimilaitteisiin mahdollisesti ne rikkoen. Kuva 4 esittää tätä suunnitelmaa.



Kuva 4. Ensimmäinen toimilaitteiden asettelusuunnitelma

Ensimmäisessä suunnitelmassa oli ajatuksena laittaa suurin toimilaite, kompressori, mahdollisimman reunaan, jolloin se olisi nostettu pyöränkaaren päälle. Kompressori ja generaattori olisivat vierekkäin, jolloin letkutukset olisivat pysyneet lyhyinä ja toimivina. Generaattorin viereen asennettaisiin öljysäiliö ja öljysäiliön viereen toisen pyöränkaaren päälle tulisi jäähdytin. 3/2-venttiili on suunniteltu asennettavaksi generaattorin moottorin päälle. Vapaakiertoventtiilille ei suunniteltu erillistä paikkaa, ja läpivienti ajateltiin tehdä kompressorin taakse.

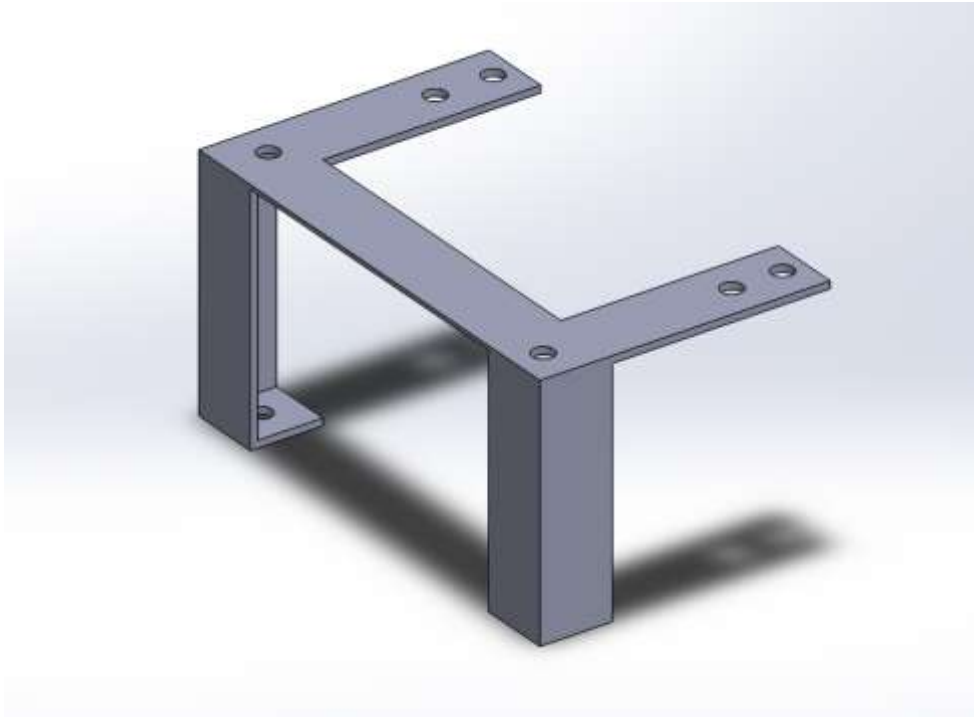
Lavalle tahdottiin myös jättää mahdollisuus lavakatteen asennukselle, joten järjestelmän korkeutta lavalla täytyi rajoittaa lavan laitojen tasolle. Ensimmäisessä suunnitelmassa lavakate ei olisi sopinut suunnitellulle paikalle, sillä kompressori tulisi liian korkealle.

Lopullinen asettelusuunnitelma muotoutui näiden vaatimusten pohjalta niin, että kaikki laitteet laitettaisiin lavan oikeaan reunaan. Alkujaan aseteltiin kompressori lavan etureunalle, jossa oli eniten tilaa isoimmalle toimilaitteelle. Generaattorille rakennettaisiin teline, joka asennettaisiin pyöränkaaren päälle. Loput laitteista suunniteltiin laitettavan myöhemmin jäljelle jäävään tilaan lavan takanurkkaan.

4.5 Toimilaitteiden kiinnitys

Kompressori kiinnitettiin kahdesta kulmasta ruuviliitoksella lavan pohjan läpi paikalleen M10-koneruuvien ja nyloc-muttereiden avulla. Lavan alla oleva runkopalkki sattui osumaan kahden muun kiinnityskulman kohdalle, joten niihin laitettiin muttereiden tilalle niittimutterit. Korialuslevyjä käytettiin jakamaan liitoksen aiheuttama paine mahdollisimman laajalle niin lavan ylä- kuin alapuolellekin.

Generaattorin kiinnittäminen ei ollutkaan sitten aivan yhtä suoraviivaista, sillä se ei tullut tasaiselle pohjalle kiinni, vaan on kohotettuna puoliksi pyöränkaaren päälle. Tätä varten sille piti hitsata oma kiinnitysteline latta- ja kulmarautoista. Telineen tekeminen oli yllättävän aikaa vievää, vaikka sen rakenne olikin yksinkertainen. Kuvassa 5 on esitetty mallinnus kyseisestä telineestä.



Kuva 5. Generaattorin teline mallinnettuna

Teline kiinnitettäisiin ajoneuvon pyöränkaareen uloimmista rei'istä ruuviliitoksella. Lavan pohja ja teline kiinnitettäisiin telineen jalkojen päissä olevien reikien avulla toisiinsa samanlaisella ruuviliitoksella. Generaattorin kiinnitys telineeseen taas tapahtuisi yläraudan neljästä jäljelle jäävästä reiästä saman kaavan mukaan.

Kun kompressori oli lopullisesti kiinnitetty lavalle ja generaattori telineineen oli aseteltu paikalleen, alettiin miettimään minne ja miten loput komponentit asetellaan. Öljysäiliön paikka oli helppo löytää, sillä sen kokoinen osa ei mahtuisi kuin takaseinää vasten niittimuttereilla kiinni lavan alumiinilevyyn. Öljysäiliön viereen oikealle laidalle suunniteltiin laitettavan AWIMEX, jos sille löytyisi sopivan kokoinen jakorasia, minne sen saisi säältä suojaan. Jäähdyttimelle löydettiin paikka generaattorin vierestä, kunhan vain telinettä hieman muokattaisiin ja jatkettaisiin jäähdyttimelle sopivaksi. Telineeseen sijoitetun jäähdyttimen ilmankierto olisi myös toimiva, sillä se pystyisi

kierrättämään ilmaa generaattorin alta, eikä se veisi ylimääräistä tilaa lavalta. Kuvassa 6 on piirros lopullisesta telineestä.



Kuva 6. Generaattorin ja jäähdyttimen teline

Telineeseen lisättiin muutamilla kulma- ja lattarautoilla jäähdyttimelle kiinnityspaikka generaattorin viereen. Telineen valmistuttua uuteen ja lopulliseen muotoonsa se maalattiin harmaaksi, jotta se kestäisi sääolosuhteita paremmin ja näyttäisi siistimmältä. Osat aseteltiin paikalleen ja vasta silloin muistettiin vapaakiertoventtiilin olemassaolo. Vapaakiertoventtiili päätettiin laittaa AWIMEX-ohjainlaitteelle suunnitellulle paikalle lavan reunaan, sillä ohjausjärjestelmälle ei ollut löytynyt sopivaa säänkestävää jakorasiasa. Ohjainlaite suunniteltiin laitettavaksi ajoneuvon sisätiloihin, jonne sen saisi asennettua siistimmin turvaan sääolosuhteilta.

Generaattorin ja jäähdyttimen teline kiinnitettiin suunnitelman mukaan ruuviliitoksella lavan pohjasta läpi ja laitteet kiinnitettiin samalla tavalla telineeseen. Vapaakiertoventtiili laitettiin niittimuttereiden avulla lavan seinän alumiinilevyn generaattorin ja takaseinän väliin.

4.6 Läpiviennit ja hydrauliletkut

Läpivienti lavalta ajoneuvon pohjaan toteutettiin generaattorin ja kompressorin välistä. Läpiviennin paikkaa mietittäessä piti suunnitella, miten saisi mahdollisimman lyhyet putket mahdollisimman siististi ajoneuvon lavalle. Suunnitelmana oli laittaa pelkkiä hydrauliputkia lavan päälle, jotta lopputulos olisi mahdollisimman viimeistelty. Ajatuksesta kuitenkin pian luovuttiin, sillä auton tärinästä ja liikkeestä johtuen se ei välttämättä olisi ollut kovin kestävä ratkaisu. Ratkaisuksi päädyttiin siis tekemään hydraulilinjat letkuista niin auton päälle kuin allekin.

Läpiviennin kautta vietiin kaksi hydrauliletkua ja yksi sähköjen läpivienti. Läpiviennille tehtiin oma läpivientilevy plasmaleikkurilla, ja se maalattiin siniseksi valmistuttuaan. Levyn tarkoituksena on peittää lavaan tehdyt epäsiistit reiät ja siten viimeistellä lopputuloksen. Samalla levyn kohdalle tuli letkujen katkaisukohta, joka helpottaa asentamista ja huoltoa. Ajoneuvon lavalle porattiin reiät läpivientien kohdille ja levy ruuvattiin paikalleen. Läpiviennit tulivat pohjasta pakoputken yläpuolelta, niin että alkuperäisen pakoputken lämpösuojan saa vielä takaisin paikalleen suojaamaan myös läpivientiä.

Rangerin pohjaan laitettavien letkujen päälle laitettiin suojasukkaa suojaamaan muun muassa mudalta, lämmöltä, suolalta ja vedeltä. Molemmat letkut, sekä imu- että paineletku, vedettiin auton oikean helman ja runkopalkin välistä ulosotolle. Ongelmakohtina oli etuakselin alitus, jolloin letkuista tuli hetkellisesti ajoneuvon matalin kohta, sekä toisena ongelmana oli hiukkassuodattimen aiheuttavan lämmön läheisyys hydraulipumpun vieressä. Letkut kiinnitettiin auton pohjaan asennussiteillä.

Lavalle tulevat letkut asennettiin paikalleen aikaisemmin olleen Kuvio 1:n mukaisesti. Osaan letkuista tarvitsi laittaa suojaspiraalia, sillä ne hankasivat lavalla olevaan alumiinilevyyn, ja siinä oleva kohokuviointi hajottaisi letkun nopeasti. Välimatkoista toimilaitteelta toiselle oli tullut lyhyitä, ja usein lyhintä reittiä kuljettaessa olisi letkun pituuden tarvinnut olla vain muutamia senttejä, jolloin letkuihin prässättävät letkuliittimet eivät olisi mahtuneet. Ongelmaksi

koitui myös useampien letkujen mahdolluttaminen pieniin väleihin. Nämä korjattiin käyttämällä kiertoreittejä ja erilaisia liittimiä, jotta letkut saataisiin aseteltua erilaisiin kulmiin ja asentoihin. Haasteena oli myös vapaakiertoventtiilin ja 3/2-venttiilin yhteistoiminta. Kumpikaan asentajista ei ollut perehtynyt virtaustekniikkaan erityisen paljon, jolloin mietinnän aiheeksi tuli 3/2-venttiilin toiminta, ja että virtaisiko öljy kokonaan vapaakiertoventtiilin kautta sen ollessa auki, eikä hitaasti myös samalla toimilaitteen läpi. Tämän ongelma ratkaistiin tekemällä öljylle suora reitti paineletkua pitkin vapaakiertoventtiilille, jota ennen se haarautui T-liittimellä 3/2-venttiilille. Näin nesteellä olisi suurempi kulkusuunta vapaakiertoventtiilille. Jäähdyttimeen avattiin kaksi sisääntuloa, josta toiseen tuli vapaakiertoventtiililtä palaava öljy ja toiseen toimilaitteilta palaava öljy. Vapaakiertoventtiililtä palaava öljy pystyy kulkemaan jäähdyttimessä nopeampaa ja suurempaa reittiä, jolloin se nopeuttaa öljyn lämmitystä. Toimilaitteilta palatessa öljyn tarvitsee kiertää koko jäähdytin, jotta öljy viilentyisi mahdollisimman tehokkaasti.

4.7 Sähköt ja ohjelmointi

Toimilaitteiden sähköinen ohjaus asennettiin matkustamon puolelle. AWIMEX-ohjainlaite laitettiin kuljettajan jalkatilaan ja kierrosnopeudensäätimen ohjainlaite matkustamon pääsulakerasian viereen. Ohjauspaneeli asennettiin takapenkkin tilalla olevan työkalulaatikoston sivuun, josta sen käyttö olisi mahdollisimman helppoa.

Ajoneuvon alkuperäistä läpivientä kuljettajan jalkatilasta moottoritilaan hyödynnettiin virran saamiseksi akulta AWIMEX-ohjainlaitteelle. Toinen läpivienti tarvitsi tehdä auton pohjaan, jonka kautta saatiin johdot vedettyä kuljettajan jalkatilasta auton pohjan kautta lavalle tehtyyn läpivienttiin. Ajoneuvon pohjassa johdot kuljetettiin suojaputken sisällä hydrauliletkuja myötäillen lavalle tehdystä läpiviennistä. Ajoneuvon lavalla ja ohjaamossa johdot kytkettiin oikeisiin liitinterminaaleihin ja lavalla olevat johdot suojattiin suojaputkella.

Kierrosnopeudensäätimeen on mahdollista ohjelmoida kolme eri moottorin pyörimisnopeutta, jotta saadaan esimerkiksi sopiva öljyvirtaus pumpulta toimilaitteille. Toimilaitteita asennettiin ajoneuvoon kuitenkin vain kaksi, jolloin kolmatta kierrosnopeutta ei tarvinnut ottaa käyttöön. Tässä vaiheessa ei ollut vielä laskettu mikä on oikea kierrosnopeus kullekin toimilaitteelle, joten kierrosnopeudensäätimeen ohjelmoitiin väliaikaisesti aikaisemman ajoneuvon vastaavassa asennuksessa käytettäviä kierrosnopeuksia referenssinä.

AWIMEX:n ohjelmointi tapahtui kyseisen laitteen omassa tietokoneohjelmistossa käyttämällä erilaisia ehtoja eli logiikkaportteja. Ohjelma täytyi rakentaa siten, että molempia toimilaitteita ei saa laitettua päälle samanaikaisesti. Kunkin toimilaitteen käynnistyessä myös oikea kierrosnopeus aktivoitui AWIMEX:n käskystä kierrosnopeudensäätimen avulla.

4.8 Koeajo

Koeajo suoritetaan nimensä mukaisesti testaamalla käytännössä laitteiden toimintaa, kun järjestelmä on valmis. Koeajossa etsitään samalla mahdollisia vuotokohtia, kuten esimerkiksi huonosti kiristettyä letkuliitäntää. Kuvassa 2 on valmis asennus.



Kuva 7. Valmis asennus

Kuva 2 esittää koeajoon valmista järjestelmää kuvattuna lavan sivulta. Kuvassa vasemmanpuoleisimpana on öljysäiliö, jonka takana näkyy vapaakiertoventtiili. Näiden vieressä on öljynjäähdytin ja generaattori. Generaattorin hydraulimoottorin laipassa on 3/2-venttiili, jonka kautta öljy ohjataan joko generaattorille tai kompressorille.

Ajoneuvon ensimmäinen koeajo suoritettiin ilman kompressorin painekeytkintä, sillä sen ohjelmointi tuotti haasteita. Kompressoria suojeltiin liialta ilmanpaineelta antamalla sen kerätä säiliöön paineilmaa irrottamalla paineilman pikaliitin. Kompressorin hydraulimoottorin liiallinen rasitus vältettiin käyttämällä laitetta vain hetken kerrallaan, sillä kompressori on tarkoitettu vain lyhytaikaiseen käyttöön. Koeajo oli kuitenkin muuten onnistunut, ja kaikki laitteet ja järjestelmä toimivat toivotulla tavalla. Toimilaitteiden toiminta on varmistettu jo valmistusvaiheessa, joten niiden toimintaa ei järjestelmän koeajossa tarvinnut tarkastaa.

Toisessa koeajossa ohjelmointi oli suoritettu loppuun asti, ja saatiin testattua järjestelmän kunnollinen toiminta. Koeajossa havaittiin ongelmaksi jäähdyttimen liian pieni teho, sillä toimilaitteiden käytön aikana öljyn lämpötila nousi lähemmäs 85 celsiusasteeseen. Ongelman olisi mahdollista korjata tehokkaammalla jäähdyttimellä, mutta silloin alkuperäisen jäähdyttimelle rakennettu teline ja mahdollisesti hydrauliletkut täytyisi uusida. Järjestelmän rakennetta ja jäähdytintä ei kuitenkaan alettu muuttamaan enää jälkikäteen.

Ajoneuvon moottorin tarvittavat kierrosnopeudet laskettiin testaamalla generaattorin tuottoa eri kierrosnopeuksilla, jonka avulla löydettiin generaattorille optimaalinen öljyvirtaus, joka oli noin 1700 kierrosta minuutissa. Generaattorista saadun virtauksen perusteella pystyttiin laskemaan kompressorin vaatima ajoneuvon moottorin pyörimisnopeus.

$$\frac{36 \frac{l}{min}}{14 \frac{l}{min}} = \frac{1700 rpm}{x}$$

$$36 \frac{l}{min} * x = 14 \frac{l}{min} * 1700 rpm$$

$$x = \frac{14 \frac{l}{min} * 1700 rpm}{36 \frac{l}{min}}$$

$$x \approx 660 rpm$$

Generaattorin vaatima öljyvirtaus on 36 litraa minuutissa, kun taas kompressorin on 14 litraa minuutissa. Generaattori tarvitsi noin 1700 kierrosta minuutissa optimaalisen tuoton saavuttamiseksi. Näiden lukujen perusteella pystytään muodostamaan yhtälö, jonka avulla saadaan laskettua kompressorin vaatima ajoneuvon moottorinkierrosnopeus, joka on noin 660 kierrosta minuutissa. Ajoneuvon tyhjäkäynti on kuitenkin noin 700 kierrosta minuutissa, joten aivan niin alhaiseen pyörimisnopeuteen ei kierrosnopeudensäädintä voida ohjelmoida. Ajoneuvon normaali tyhjäkäynti on kuitenkin tarpeeksi lähellä

haluttua kierrosnopeutta, joten se voidaan asettaa kompressorin kanssa toimivaksi. Hydraulipumpun välityssuhteen, saadun tuoton ja kierroksien avulla voidaan myös laskea pumpun kierroslavuus, jolla ei kuitenkaan tässä tapauksessa ole merkitystä.

5 Tavoitteiden saavuttaminen

Opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä tietoa asennuksesta käytettäväksi erilaisiin tarkoituksiin, kuten perehdytysmateriaalin parantamiseen ja toimintatapojen epäkohtiin ja haasteisiin. Tässä luvussa avataan hieman tavoitteita ja niiden onnistumista.

5.1 Suunnittelu

Ford Rangerin varustelun suunnittelu oli tehty summittaisesti, eikä mitään vedenpitävää suunnittelua ollut tehty ennen asennuksen aloittamista. Tämä näkyi siinä, kuinka suunnitelma muuttui asennuksen aikana. Järjestelmästä ei ollut piirretty puhtaaksi kaaviota, eikä konkreettisesti mitattua mitään komponenttien sijoittelua. Suunnittelussa ei ollut myöskään huomioitu virtaushäviötä ja muita fysikaalisia ilmiöitä, joita eri sijoitteluilla voitaisiin saavuttaa ja olisiko asettelulla voitu tehdä järjestelmästä huomattavasti tehokkaampi ja häviöttömämpi erilaisilla ratkaisuilla.

Suunnittelu tapahtui pääasiassa asennuksen aikana, jolloin asennusaika pitkittyi. Suunnitelmattomuuden hyvänä puolena oli se, että asennettaessa pystyi muokkaamaan kaikkea mahdollisimman vaivattomaksi asennuksen kannalta. Tämä näkyi esimerkiksi letkujen käytön minimointina laitteiden välimatkojen pitämisellä maltillisina.

Hyvällä suunnittelulla ennen asennuksen aloittamista voidaan saavuttaa esimerkiksi taloudellista hyötyä, varsinkin jos asennettuja järjestelmiä tahdotaan tehdä enemmän. Asennus voidaan myös mahdollisesti myydä kuluttajalle pelkinä osina, ilman asennustyötä. Tämä toki vaatisi tuottoa tehdäkseen suuren asiakaskunnan. Materiaalien käyttöä voitaisiin myös vähentää, sillä asennukseen käytettäviä materiaaleja voitaisiin karsia ja löytää kustannustehokkaimmat ratkaisut. Suunnittelutyö ei kuitenkaan ole sekään ilmaista, eikä todennäköisesti tarkkaan toteutettuna ole halvempaa pienillä asennusmäärillä.

5.2 Asennus ja sen vaiheet

Asennus oli peruseriaatteiltaan yksinkertainen: laitteet tukevasti pieneen tilaan paikalleen ja yhdistää ne toisiinsa letkujen avulla. Tämä tavoite onnistui mainiosti, mutta ongelmaksi koitui laitteiden yhteensopimattomuus jäähdyttimen osalta. Jäähdyttimen tehottomuus jäi ongelmaksi, mutta kun ongelma on tiedostettu, on se mahdollista joko korjata myöhemmin tai minimoida sen aiheuttamia haittoja.

Ajan vähyys oli myös haasteena. Asennus vaati suunnittelua asennusta tehdessään, jolloin aikataulu ei sisältänyt pelkästään itse asentamista. Aikataulu olisi riittänyt asentamiseen, mutta varsinkin toimilaitteiden sijoittelun suunnittelussa kului yllättävän paljon aikaa. Aikataulu kuitenkin jousti, jolloin asennus saatiin suoritettua huolellisesti.

5.3 Koeajo

Koeajossa haasteena tuli oikeiden kierroksien ohjelmoiminen kierrosnopeudensäätimeen, jotta saataisiin kullekin toimilaitteelle oikea öljyvirtaus. Järjestelmässä ei ole mitään mittareita tai antureita öljyvirtauksen tarkkailemiseen, jotta öljyn virtausta ja painetta pystyttäisiin silmämääräisesti tarkastamaan. Tämän takia nuo luvut täytyi laskea, ja se onnistui helpoiten mittaamalla generaattorin jännitettä ja taajuutta eri kierrosnopeuksilla, kuten aikaisemmin on esitetty. Tässä olisi kuitenkin ollut uhkana, että ensimmäiset kierrosnopeudet olisivat olleet liian suuret, jolloin jokin komponentti olisi saattanut rikkoutua. Hydraulipumpun valmistajalta ei tullut tietoa pumpun tilavuudesta, jotta kierrosnopeus olisi voitu laskea etukäteen välityssuhteen avulla.

Järjestelmän vuotokohdat olivat helposti havaittavissa, sillä kaikki letkut ja liittimet olivat nähtävillä, eikä niitä ole piilotettu esimerkiksi koteloiden sisälle. Käytön aikana tapahtuva löystyminen ja heikoimmat kohdat tulevat

mahdollisesti ilmi myöhemmin, mutta niiden korjaamista on koetettu mahdollistaa mahdollisimman hyvin sijoittelun avulla.

6 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä tietoa asennuksesta ja sen pohjalta mahdollistaa muun muassa erilaisten ohjemateriaalien parantaminen. Tarkoituksena oli parantaa olemassa olevia työohjeita ja huomioida asennuksen aikaiset haasteet ja epäkohdat. Tietojen perusteella pystytään myös helpottamaan perehdytystilanteita ja saada näkemystä varsinaisen asennustiimin ulkopuolelta. Työ toteutettiin Dynaset Oy:n toimeksiantamana.

Ajoneuvoon lisättiin uusi hydraulijärjestelmä, joka saa voimansa auton polttomootorin kampiakselilta. Hydraulijärjestelmän hyötynä on saada ajoneuvon lavalle paineilman ja verkko- ja voimavirran ulosotto. Hydrauliikkajärjestelmän aikaansaamiseksi ajoneuvoon asennettiin generaattorin ja kompressorin lisäksi myös öljysäiliö ja -jäähdytin, sekä muutama suuntaventtiili ja letkua. Järjestelmän ohjaus toimii sähköisesti AWIMEX:n avulla.

Työohjeita ei asentamossa ollut, joten kannan ottaminen olemassa olevien työohjeiden parantamiseksi jäi hieman vajavaiseksi. Dynaset Oy:lla ei ole mitään virallisia työohjeita asennuksiin, ainoastaan tuotteiden käyttö- ja asennusohjeet sekä henkilökohtainen asiantuntemus. Työohjeiden tekeminen asennuksiin on haastavaa, sillä jokainen ajoneuvomalli on erilainen asennuksien kannalta, sekä asennettavat toimilaitteet vaihtelevat asiakkaan tarpeiden mukaan. Yleispätevien työohjeiden ja suuntaviivojen tekeminen voisi kuitenkin helpottaa asennuksessa aiheutuvien virheiden välttämistä ja mahdollisesti pienentää kustannuksia ja materiaalitarpeita

Projekti suunniteltiin pääasiassa asennuksen ollessa käynnissä, mistä johtuen sitä pystyi helposti muokkaamaan asennettaessa. Asentajien ajankäytön kannalta asennuksen aikana suunnittelu on huono ratkaisu. Koska suunnittelu tehdään suurimmalta osin asennuksen aikana, työohjeiden ja suuntaviivojen tärkeys kasvaa, jotta virheitä vältettäisiin.

Lähteet

AEC 2023. Yritys. Viitattu 4.10.2023 <https://www.aec-srl.com/en/product-category/ptos/ford-en/>

Dynaset Oy 2023. Yritys. Viitattu 16.8.2023 <https://dynaset.com/fi/>

Kauranne, H.; Kajaste, J. & Vilenius, M. 2006. Hydraulitekniiikan perusteet. Helsinki: WSOY.

Kauranne, H.; Kajaste, J. & Vilenius, M. 2008. Hydraulitekniiikka. Helsinki: WSOY.

Linak 2023. What is Ingress Protection rating and what does it mean?. Viitattu 30.8.2023 <https://www.linak.com/segments/techline/tech-trends/ingress-protection/>

Salhydro 2023. Tuotekuvasto. Viitattu 8.9.2023
https://www.salhydro.fi/files/PDF/salhydro_hydrauliikka_2011_web.pdf

Traficom 2023. Ajoneuvon perustiedot. Viitattu 4.10.2023
<https://www.traficom.fi/fi>