

Ari-Joonas Pränni

NASA – A Human Adventure -näyttelyn suunnittelun ja rakentamisen opas

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Insinööriytyö

15.12.2018

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Ari-Joonas Pränni NASA – A Human Adventure -näyttelyn suunnittelun ja rakentamisen opas 22 sivua + 0 liitettä 15.12.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkötekniikan koulutusohjelma
Ammatillinen pääaine	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Lehtori Eero Kupila
<p>Opinnäytetyössä kerrotaan NASA – A Human Adventure -näyttelyn suunnitteluun ja rakentamiseen liittyvistä asioista. Opinnäytetyössä kerrotaan miltä näyttely näyttää sähkösuunnittelijan näkökulmasta, työssä kuvataan rakentamisen vaiheita ja se antaa näyttelyn suunnittelijalle yleisohjeistuksen. Ohjeita on tarkoitus käyttää uusien työntekijöiden koulutukseen ja tukimateriaalina näyttelyn suunnittelussa ja rakentamisessa.</p> <p>Opinnäytetyö suoritettiin John Nurminen Events B.V.:lle, joka tuottaa ja kehittää suuria kansainvälisiä näyttelyitä. Opinnäytetyön päämäärä oli luoda ohje NASA – A Human Adventure -näyttelyn suunnittelijoille ja rakentajille.</p> <p>Opinnäytetyö käsittelee suunnittelun etenemistä ja sen tuomia etuja sekä rakentamisen käytännöstä ja haasteista. Opinnäytetyön suurimpana haasteena oli näyttelyn suunnittelua koskevan materiaalin vähäinen määrä ja työn aiheen rajaaminen.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena syntyi pohjamateriaali näyttelyn suunnittelun ja rakentamisen aloittamiseen sähkövastaavan näkökulmasta. Näyttelyn suunnittelun ja rakentamisen ohjeistusta voidaan opinnäytetyön pohjalta vielä laajentaa. Lisä ohjeita voidaan laatia esimerkiksi Autocadin hyödyntämisestä suunnittelussa ja näyttelyn varsinaisesta rakentamisesta.</p>	
Avainsanat	Suunnittelu, rakentaminen, ohje

Author Title Number of Pages Date	Ari-Joonas Pränni Guide to Designing and Building the NASA – A Human Adventure Exhibition 22 pages 15 December 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Degree Programme in Electrical Engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructors	Eero Kupila, Senior Lecturer
<p>The thesis concerns the design and construction of the NASA - A Human Adventure exhibition. The thesis describes the perspective of an electrical designer on the exhibition, the stages of construction and general guidance for the exhibition designer. The guidelines are intended to be used for the training of new employees and support in the design and construction of the exhibition.</p> <p>The study was conducted at John Nurminen Events B.V., which produces and develops large-scale touring exhibitions. The purpose was to create a guide for NASA - A Human Adventure designers and builders.</p> <p>The study deals with the progress of design and the benefits it brings, and the construction process and challenges of construction. The greatest challenge of the study was the limited number of material of designing the exhibition and defining the boundaries of the subject.</p> <p>The result of the study is the basis for the person in charge of electrical engineering for starting the design and construction of the exhibition. The guideline for design and construction of the exhibition can be expanded on the basis of the study. Additional instructions can be made, for example, on the utilization of Autocad in design and the actual construction of the exhibition.</p>	
Keywords	Designing, construction, guideline

Sisällys

1	Johdanto	1
2	NASA – A Human Adventure -näyttely	1
3	NASA – A Human Adventure -näyttelyn suunnittelu	6
3.1	Australian näyttelyn suunnittelu	6
3.2	Näyttelyn sähkösuunnittelu	8
3.3	Suunnitelmien tulostus	9
4	Näyttelyn rakentaminen	10
5	Näyttelyn elektroniikka ja sähkönkulutus	11
5.1	Näyttelyn elektroniikka galleria kohtaisesti	11
5.2	Sähkönjaon toteutus	13
5.3	Sähköongelmat	15
5.4	CCTV	15
6	Valaistus	16
6.1	Valaisimien värilämpötila ja värintoisto	16
6.2	Valaisimet käytännössä	18
7	Näyttelyn aukioloaika ja purku	20
8	Yhteenveto	21
	Lähteet	22

1 Johdanto

Tässä työssä tutkitaan NASA – A Human Adventure -näyttelyn sähköistystä ja sen toimintaa. Opinnäytetyö on tehty John Nurminen Events B.V.:lle, joka on John Nurminen Oy:n hollantilainen tytäryhtiö. John Nurminen Events B.V. kehittää ja tuottaa suuria kansainvälisiä näyttelyitä. [1.]

Insinööriyössä keskitytään näyttelyn suunnitteluun, rakentamisen aikaiseen toimintaan ja eri sähkölaitteisiin joita näyttelyssä on. Insinööriyön tavoite on saada lukijalle ymmärrys, minkälainen näyttely on ja mitä tehdään näyttelyn suunnittelun, rakentamisen ja purkamisen aikana.

Näyttelyssä on kuusi galleriaa ja 284 näyttelyesineitä. Näyttelytilan suosituskoko on 1000–2000 m² ja näyttelyalueen pinta-ala 1000–2500 m². Näyttelyesineet pakataan ja kuljetetaan 19:ssä high cube 40' kontissa ja yhdessä flatrack-kontissa. [3.]

2 NASA – A Human Adventure -näyttely

NASA – A Human Adventure -näyttely kertoo kiehtovasti NASA:n huomattavista saavutuksista miehitetyillä avaruuslennoilla ja avaruuden tutkimisessa. Näyttelyssä on lähes 300 Neuvostoliiton ja Yhdysvaltojen avaruusohjelmien historiallisesti merkittävää esinettä, joista monet ovat olleet avaruudessa. NASA – A Human Adventure -näyttely on kiertänyt maailmalla vuodesta 2011, joista viimeisimpiä paikkoja ovat olleet Milano Italiassa, Singapore ja Taipei Taiwanissa.

Näyttely jaetaan kuuteen osaan, joita kutsutaan gallerioiksi. Gallerioiden nimet ovat Gantry Entrance, Dreamers, Go Fever, Pioneers, Endurance ja Innovation.

Näyttely alkaa Gantry Entrance -galleriasta (kuva 1), joka on kopio metallisillasta, joka yhdisti noin 100 m korkeudessa Saturn V -raketin ja laukaisutornin Cape Canaveralin laukaisukompleksin 39A:n Floridassa.



Kuva 1. Gantry Entrance. [4.]

Dreamers (kuva 2) on pyöreä huone, jossa kerrotaan, kuinka satoja vuosia sitten henkilöt uneksivat matkailusta avaruuteen, ja siellä mainitaan merkittävimmät henkilöt, kuten Leonardo Da Vinci, H.G. Wells, Georges Melies ja monia muita



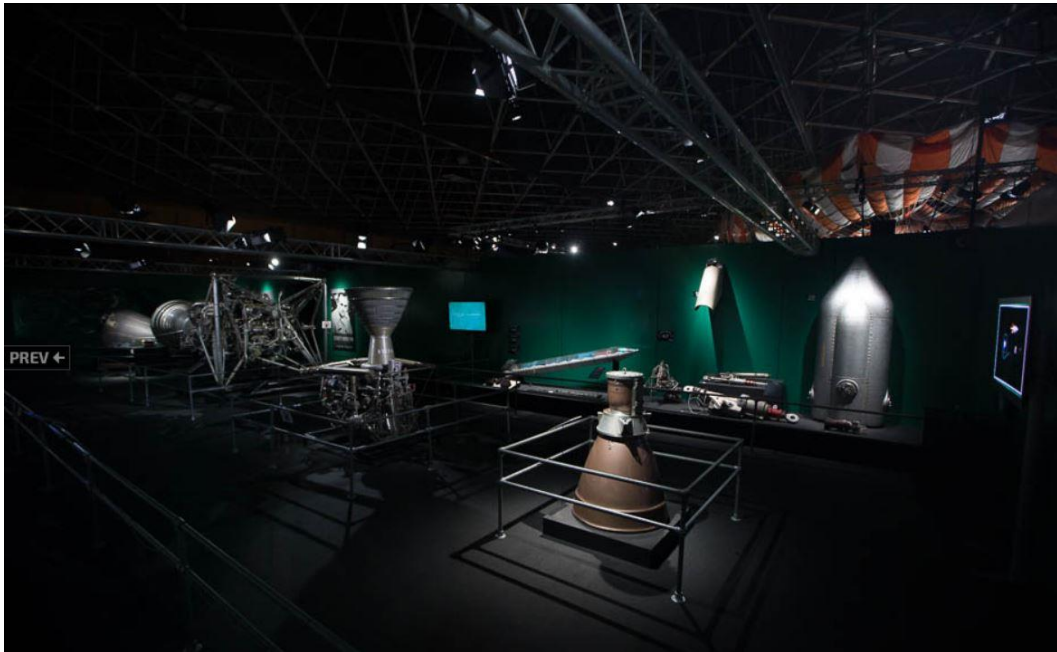
Kuva 2. Dreamers. [4.]

Go Fever (kuva 3) kertoo pääsystä avaruuden porteille. Pääosan henkilöt ovat siellä neuvostoliittolainen Yuri Gagarin joka oli ensimmäinen ihminen avaruudessa, ja kilpailuhengen nimissä vieressä on Alan B. Shepard, joka oli ensimmäinen yhdysvaltalainen avaruudessa. Gallerian lopussa on John F. Kennedyn kuuluisa puhe, jossa hän julistaa, että Yhdysvallat tulevat tekemään miehitetyn lennon kuuhun 1960-luvun loppuun mennessä.



Kuva 3. Go Fever. [4.]

Pioneers-galleria (kuva 4) nimensä mukaisesti kertoo avaruuden pioneereista, jotka kehittivät teknologiaa, jolla on mahdollista päästä kuuhun ja takaisin. Kuuluisimpana on saksalaissyntyinen Werner Von Braun, joka suunnitteli jo toisessa maailmansodassa V2-rakettia ja josta sodan jälkeen tuli Yhdysvaltojen avaruusohjelman päähahmoja. Vastakkainasettelun vuoksi galleriassa on myös Neuvostoliiton rakettien pääsuunnittelija Sergei Koroljov, joka oli Neuvostoliiton rakettiohjelman pääsuunnittelija. Gallerian vaikuttavimmat esineet ovat 1:10-pienoismalli Saturn V raketista ja Titan I-raketin ensimmäisen vaiheen rakettimoottori.



Kuva 4. Pioneers. [4.]

Endurance on Pioneersista (kuva 5) kehitysaskel eteenpäin, ja se kertoo pääsystä kuu-
hun, kuuautoilusta, kuupuvuista ja avaruudessa selviytymiseen tarvituista laitteista. Gal-
lerian keskiönä on Lunar Lander, josta ensimmäiset astronautit astuivat kuun pinnalle
20. heinäkuuta 1969.



Kuva 5. Endurance. [4.]

Innovation (kuva 6 ja 7) kertoo avaruusmatkailusta 1970-luvulta nykypäivään. Innovation-galleria on näyttelyn suurin ja se sisältää eniten näyttelyesineitä. Yksi vaikuttavimmista esineistä on mittakaavassa 1:1 oleva Atlantis-avaruussukkulan keula.



Kuva 6. Innovation. [4.]



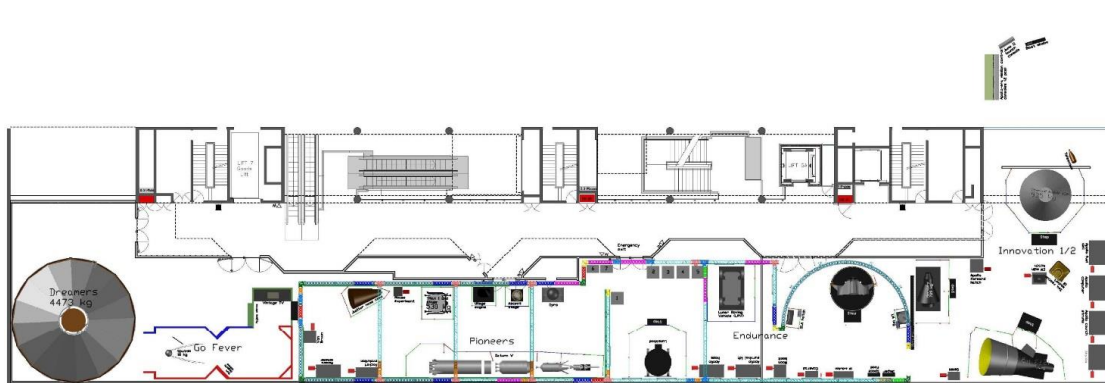
Kuva 7. Innovation. [4.]

3 NASA – A Human Adventure -näyttelyn suunnittelu

3.1 Australian näyttelyn suunnittelu

Näyttelyn sähkövastaava on vahvasti mukana näyttelyn näytteilleasettamisessa ja järjestelyssä. Sähkövastaava laatii näyttelystä sähkö- ja layout-suunnitelmat Autocadilla. Näyttelyn rakenteellinen suunnittelu voidaan aloittaa siinä vaiheessa, kun asiakkaalta saadaan näyttelytilan pohjapiirustukset. Asiakkaalta pyydetään pohjapiirustukset Autocad yhteensopivina dwg-tiedostoina

Asiakkaalta saatujen piirustusten mittakaava tarkastetaan ja tarvittaessa käydään tekemässä paikan päällä tarkastusmittauksia. Asiakkaalta tarvitaan näyttelyn suunnittelua varten myös lisätietoja ja reunaehtoja, kuten sisään- ja uloskäynnit, hätäuloskäynnit ja niiden lukumäärä, haluaako asiakas oman näyttelytilan alueelle ja muita yleisiä turvallisuuteen liittyviä asioita. Olemassa olevien piirustusten pohjalta nähdään suuntaa antavasti, miten näyttelyesineet voidaan sijoittaa. Kun on saatu varmuus, että galleriat ja näyttelyesineet mahtuvat, laaditaan näyttelystä ensimmäinen raakaversio. Raakaversiossa pyritään hahmottelemaan tulevaa näyttelyä ja antamaan pohja tarkemmalle suunnittelulle. Asiakkaan reunaehdot pyritään täyttämään tässä vaiheessa.

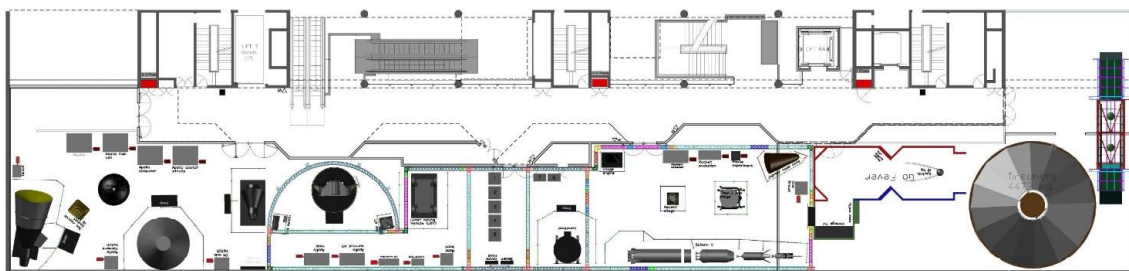


Kuva 8. Raakaluonnos näyttelystä

Ensimmäinen asiakkaalle lähetettävä suunnitelma voi olla kuvassa 8 esitetyn kaltainen. Suunnitelma on tässä vaiheessa jo teoriassa toteutuskelppoinen, mutta ei ota kantaa esimerkiksi valaistuksellisesta näkökulmasta. Asiakkaalle lähetetään myös 3d-kuvat raakaluonnoksesta.

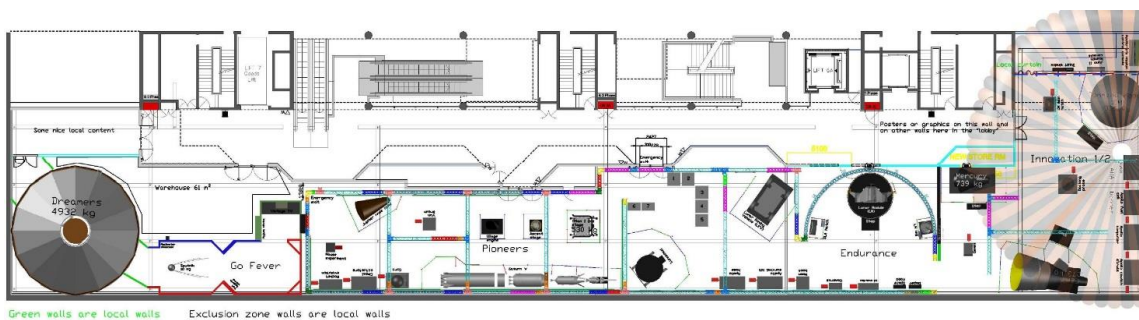
Asiakkaan kommentit ja toiveet huomioidaan näyttelyn suunnittelussa mahdollisimman hyvin. Itse näyttelyn järjestykseen asiakas ei voi vaikuttaa, sillä järjestys perustuu näyttelyesineiden yhteyksistä toisiinsa ja kronologiaan.

Kuvassa 9 on esimerkiksi asiakkaan toive, jossa näyttely toteutettaisiin päinvastaisessa järjestyksessä aiempaan raakaluonnokseen verrattuna. Molemmissa ratkaisuissa on etunsa. Kuvassa 8 näyttelyesineiden välistys on suurempi, mikä tuo näyttelyyn tilavuutta ja parantaa näyttelykokemusta. Kuvassa 9 on enemmän näyttelyesineitä esillä, mikä lisää näyttelyn arvoa.



Kuva 9. Raakaluonnos näyttelystä

Raakaluonnoksista asiakas valitsi kuvassa 8 olevan luonnoksen, sillä Australian lainsäädännön ja näyttelytilan määräysten vuoksi se on helpommin toteutettavissa.



Kuva 10. Lähes valmis luonnos näyttelystä

Ensimmäinen versio (kuva 8) oli jo toteutettavissa, mutta vaati jatkokehittämistä. Vertaamalla kuvia 8 ja 10 yleispiirre on säilynyt samana. Näyttelyesineiden sijoittelu on muutunut tunnelmallisemmaksi ja valaistusta paremmin hyödyntäväksi. Näyttelyn esineiden sijainti pitää suunnitella erityisen huolella, ettei sähköjohtojen kanssa tule ongelmia. Näyttelyalueella, missä ihmiset voivat vapaasti kävellä, ei saa käyttää johtolistaa. Lattiasa kulkee johtokouruja, ja niitä on pyritty käyttämään mahdollisimman paljon hyödyksi. Ilman johtokouruja betonilattiaan pitäisi tehdä johtouria kaapelointeja varten.

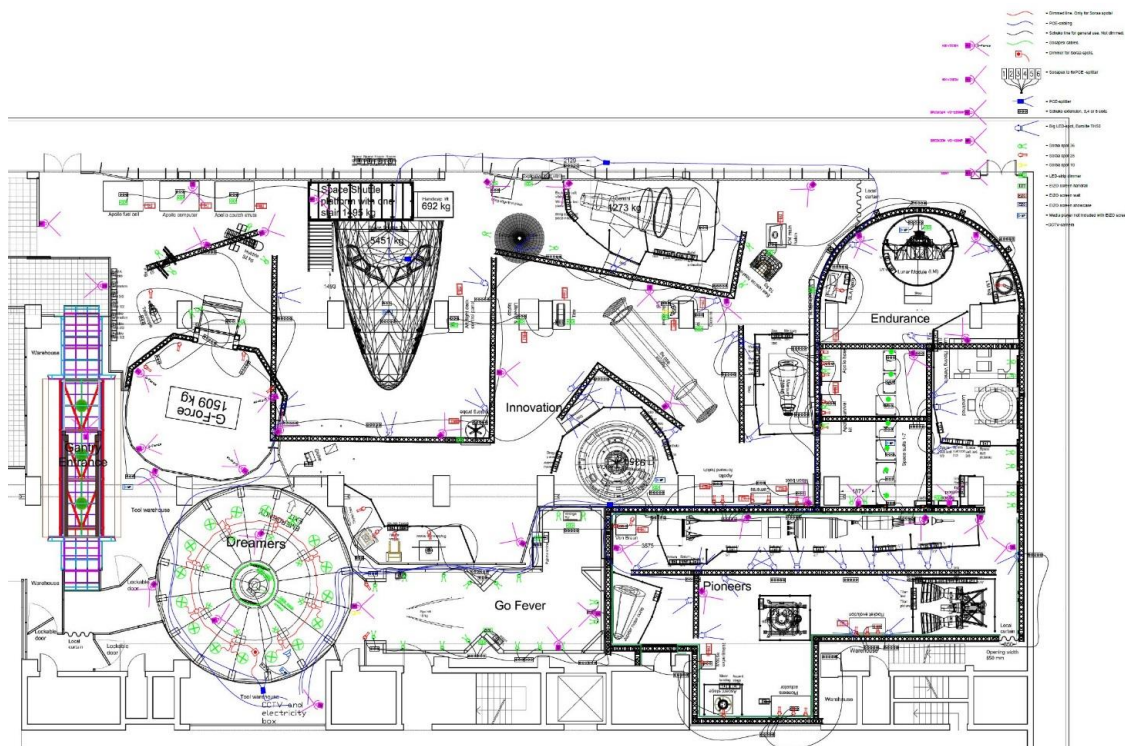
Yhtä näyttelyä varten suunnitelmia tehdään jopa noin 50 kpl. Suurin osa suunnitelmista muistuttaa paljon toisia. Kun asiakkaan kanssa päästy yhteisymmärrykseen pohjapiirustuksen toimivuudesta ja näyttelyn toteutuskelpoisuudesta, voidaan edetä sähkösuunnitelmaan.

3.2 Näyttelyn sähkösuunnittelu

Sähkösuunnitelma on yksinkertainen tehdä mutta aikaa vievä prosessi. Näyttelyyn ei tehdä 3d-sähkösuunnitelmaa, vaan tulostetaan valmiista layoutista kuva ylhäältä mustavalkoisena. Tämä kuva tuodaan Autocadissa joko xref- tai pdfattach-komennolla tyhjälle layoutille. Tähän voidaan laittaa kaikki kaapeli vedot, jakorasioiden paikat, muuntajat, äänentoisto, valaisimet ja kaikki muut näyttelyn sähköistykseen liittyvät asiat. Kohde- maan sähkön laatu pitää viimeistään tässä vaiheessa selvittää. Jännitteen ja/tai taajuuden ollessa eri kuin 230/400 V ja 50 Hz tarvitaan muuntajaa paikallisten ja näyttelyn sähköjen väliin.

Sähkösuunnitelman muutoksiin pitää myös varautua. Sähkölaitteiden sijainti voi muuttua paikan päällä. Esimerkiksi lamppujen paikat voivat muuttua luonnoksesta, sillä tarkka paikka määräytyy näyttelytilanteessa lopputuloksen kannalta parhaalla näytävällä tavalla. Näin ollen pitää muistaa, että muutos vara on hyvä jättää.

Australian näyttelypaikassa on se erikoisuutena, että CCTV-järjestelmää ei tarvita. Näyttelytilassa on valmiina talon puolesta riittävän kattava tallentava kameravalvonta. Myös sähkösuunnitelma poikkeaa normaalista sähkösuunnitelmasta. Seinissä on asennettuna sähkökiskot, joita on mahdollista hyödyntää. Sähkökiskojen hyödyntäminen vähentää sähköjohdon ja työn määrää oleellisesti. Koska sähkösuunnitelmaa ei voi vielä tehdä, kuvassa 11 on vanhempi sähkösuunnitelma Milanosta.



Kuva 11. Sähkösuunnitelma

Sähkösuunnitelma toteutettiin Milanossa melko tarkasti. Näyttelyesineiden paikanmuutoksen toivat sähkösuunnitelmaan muutoksia. Sähkölaitteiden määrä ei muuttunut, vaikkakin näyttelyesineiden paikka muuttui. Kuvassa 11 on lähes kaikki sähkölaitteet, jotka oikeastikin näyttelyssä ovat, mutta yleensä joitakin 12 V:n tai 24 V:n muuntajia unohtuu kuvasta. Kun näyttöjen lukumäärä on laskettu ja näytöt on sijoitettu kuvissa tarkasti oikeille paikoilleen, ne on myös helppo asentaa oikein. Näin työt saadaan etenemään nopeammin ja tarkemmin. Kun kaikki suunnitellaan hyvin etukäteen, se nopeuttaa rakennusvaiheessa. Käytännössä voidaan arvioida, että tunti suunnittelua nopeuttaa kolme tuntia töitä työmaalla.

3.3 Suunnitelmien tulostus

Suunnitelmia tehdessä paperitulostuskelpoisiksi versioiksi pitää muistaa asettaa mittakaava-asetukset oikein Autocadissa. Paras mittakaava on tasakymmeninä tai satoina riippuen, miten paperille mahtuu. Parhaaksi huomatu mittakaavat käytännössä ovat 1:10, 1:50, 1:100 ja 1:200. Jos on muita mittasuhteita, paperista paikan mittaaminen esineelle on vaikeampaa. Lähetettäessä tiedosto tulostettavaksi on tärkeää merkitä tiedoston nimeen, minkäkokoiselle paperille mittakaava on oikea.

4 Näyttelyn rakentaminen

Näyttelyä on rakentamassa yleensä 10–15 henkilöä. Henkilömäärä riippuu siitä, kuinka kokeneita rakentajia saadaan paikalle ja minkälainen näyttely on tulossa. Kohdemaahan tullaan yleensä päivää tai kahta ennen itse näyttelyn rakentamista. Kaukana oleviin maihin aika ero rasiuksen takia lennetään aikaisemmin. Näyttelyn rakentaminen aloitetaan konttien purkamisella. Yleensä kontteja puretaan noin kolmesta kuuteen päivässä. Rakentamisen alkuvaiheessa puretaan enemmän ja viikon sisällä kaikki 19 konttia on purettuna. Konttien purkaminen aloitetaan yleensä Dreamers-, Go Fever- ja Gantry-kontteista. Näiden gallerioiden rakentaminen aloitetaan samalla, kun kontteja puretaan. Näin saadaan kaikille riittävästi töitä ja myös näyttelyn rakentaminen vauhtiin. Kaikkia kontteja ei voida purkaa niin nopeasti kuin pystyisi, sillä näyttelytila tulisi liian ahtaaksi ja sekavaksi. Tämän takia pyritään ensin rakentamaan nopeita isoja esineitä ja saamaan tilaa mahdollisimman paljon hyötykäyttöön. Näyttelyn rakentamisen edetessä saadaan kuljetus laatikoita pois tieltä varastoon ja siten näyttelytila pidettyä siistinä. Tavarat kannattaa viedä heti konteista purun jälkeen niille paikoille mihin ne sijoittuvat näyttelyssä.

Näyttelyn rakentaminen kestää noin 11-15 päivää. Tätä ennen asiakas on tehnyt jo pakollisia/ tarvittavia/ sovittuja valmisteluja, kuten lattiamaton ja suojamuovin asentamisen. Työpäivät alkavat aamulla noin seitsemän aikaan ja kestävät noin 15 tuntia. Ruokailut on yleensä järjestetty työ paikalle. Työviikko on yleensä maanantaista lauantaihin ja sunnuntai vapaa. Näyttelyn rakentamisen loppuvaiheilla voidaan tehdä hieman lyhyempiä päiviä, jos ollaan suunniteltua aikataulua edellä. Jos ollaan jäljessä, niin työ päiviä vastaavasti pidennetään. Lentoliput ovat yleensä vaihtokelpoisia aikataulumuutosten varalta.

Sähkövastaavan pitää olla tietoinen näyttelyn rakentamisen etenemisestä ja työvaiheista. Sähkövastaavan pitää myös osata ennakoida tulevia rakennusvaiheita. Sähköjen asentaminen etukäteen on pääsääntöisesti helpompaa kuin jälkikäteen. Tietyissä töissä joudutaan jopa purkamaan näyttelyä, jos sähköistys on jäänyt tekemättä. Sähköistä vastaavan pitää käytännössä osata ennakoida näyttelyn rakentamisen vaiheita. Sähkötöitä ei riitä koko ajaksi vaan sähköistä vastaavan pitää välillä myös rakentaa itse näyttelyä. Mitä kokeneempi ryhmä näyttelyä rakentaa, sitä helpompi on sähkövastaavan rooli. Kokeneet rakentajat tietävät, minne ja milloin sähkötyöt kannattaa tehdä. Sähkötöiden on

onnistuttava kerralla niin hyvin, että virheitä ei tule. Asennuksissa on paljon ahtaita paikkoja, ja niihin on mahdotonta päästä laittamaan sähköjä uudestaan.

Sähköjen kytkentäjärjestys vaihtelee paljon. Eri tilat rakennetaan eri aikaan eri näyttelypaikoissa. Tästä syystä sähkötöitä ei voi suunnitella yksityiskohtaisesti etukäteen, vaan työjärjestys pitää sovittaa rakentamisen etenemisen mukaan. Näyttelyn alussa pitää varmistaa, että sähköä saa tarpeen mukaan siellä missä sitä tarvitsee. Noin kolme päivää rakentamisen alkamisesta ei vielä pysty tekemään sähkötöitä. Liian aikaisin kytketyt sähkölaitteet olisivat vain kaiken muun rakentamisen edessä. Vasta kun gallerioiden seinät ovat valmiina ja paikoillaan voidaan sähkötöitä alkaa tehdä. Sähkötöitä on noin kahdesta kuuteen tuntia päivässä. Sähkötöiden määrä tosin vaihtelee näyttelykohtaisesti paljon. Eniten sähkötöiden määrään vaikuttavat uusintatyöt. Lisätyötä tulee esimerkiksi johtojen korjauksista pistotulpan irronneen vedonpoiston vuoksi.

5 Näyttelyn elektroniikka ja sähkönkulutus

5.1 Näyttelyn elektroniikka galleria kohtaisesti

Näyttelyssä on paljon valoja ja näyttöjä, joiden yhteisvaikutusta on vaikea joissakin tilanteissa tietää. Suunnittelussa täytyy pitää mielessä, että virrankulutus johtimessa ei saa ylittää kaapelin kestoa. Kokemuksen karttuessa tulee tieto, kuinka monta näyttöä voi enimmillään kytkeä samaan kaapeliin, ilman että käynnistysvirta ei nouse liian suureksi eikä sulake pala.

Gantry Entrance

Gantry Entrancessa on kolme 60 W:n lamppua katossa, lattian alla on led-valot, joiden muuntajan teho on 300 W, galleriakyltti, jonka teho 40 W ja yksi Creative-kaiutin, jonka kulutus on 40 W. Yhteensä Gantry Entrancen sähkönkulutus on 560 W.

Dremers

Dreamersissa on kahdeksan liekkilamppua, joiden teho on 3 W, 16 kpl 40 W hehkulamppua jotka on himmennetty tausta valosta riippuen, kaksi NEC TV:tä, joiden teho päälle

kytketyssä tilassa on noin 100 W, kaksi rgb-led -nauhaa joiden sähkökulutus yhdessä on 72 W ja yksi Creative -kaiutin, jonka kulutus on 40 W. Dreamersin sähkökulutus on yhteensä noin 1016 W.

Go Fever

Go Feverissä on 20 kpl Soraa 9,5 W:n led-lamppua GU-10 kannalla, kolme eizo EV2450-BK, jonka maksimivirrankulutus on 42 W, mutta käytössä noin 20 W, noin 5 m lednauhaa jonka virrankulutus on 15 W/m, yksi vanha kuvaputki-TV, jonka sähkökulutus on 95 W ja neljä NEC TV:tä, joiden teho päälle kytketyssä tilassa on noin 100 W. Sähkökulutus on maksimissaan 836 W.

Pioneers

Pioneersissa on tavallisesti, jos kaikki esineet mahtuvat esille 27 eizo EV2450-BK näyttöä, 17 Eurolite LED STL-50F lamppua, joiden kulutus on 105 W kappaleelta, 13 soraa 9,5 W:n led-lamppua ja noin metri 15 w/m lednauhaa. Sähkökulutus maksimissaan 2504 W.

Endurance

Endurancessa on tavallisesti 18 eizo EV2450-BK näyttöä, kuusi Eurolite LED STL-50F lamppua, jonka kulutus on 105 W, 36 soraa 9,5 W:n led-lamppua, yksi Creative-kaiutin, jonka kulutus on 40 W ja noin neljä metriä lednauhaa 15 w/m. Endurancen sähkökulutus on 1472 W.

Innovation

Innovationissa on paljon sähkön kulutuksen kanssa heittoja, koska se on erilainen jokaisessa näyttelypaikassa riippuen, siitä onko lattia musta vai valkoinen. Tyypillinen sähkökulutus on 17 kpl Eurolite LED STL-50F lamppua, jonka kulutus on 105 W, 46 eizo EV2450-BK, lednauhaa noin 35 m 15 w/m, glode, jonka sähkökulutus on noin 250 W, telescope, jonka sähkön kulutus on noin 50 W, 37 soraa 9,5 W:n led-lamppua, kolme Creative-kaiutinta, jonka kulutus on 40 W. Sähkökulutus on noin 4042 W.

Varasto

Varaston sähkönkulutus on noin 500 W, sillä siellä on turvakamera (CCTV) koko ajan toiminnassa. CCTV:n ups:n kautta syötetään virta kaikille turvakameroiden reitittimille.

Innovationissa on sentrifugi (G-Force). Siinä voi tuntea g-voimien vaikutuksen. G-Forcelle on aina oma 63 A:n syöttö sen toiminnan varmistamiseksi.

Kokonaiskulutus

Kaikki yhteenlaskettuna koko näyttelyn maksimisähkönkulutus on noin 11 kW. Tämä ei aina tarkalleen pidä paikkaansa, sillä näyttelystä ja esineiden määrästä johtuen valojen ja näyttöjen määrä vaihtelee. Kaapeleiden resistanssi vaikuttaa sähkön kulutukseen.

Taulukko 1. Sähkölaitteiden määrä ja sähkön kulutus galleria kohtaisesti

Esine	Teho (W)	Määrä (kpl)							Yhteensä	Kokonais te
		Gantry	Dreamers	Go Fever	Pioneers	Endurance	Innovation	CCTV		
Bulb for Gantry Entrance ceiling light – 60 W E27	60	3							3	180
EuroLite LED-controller for Gantry Entrance floor	150	1							1	150
EuroLite LED-boosters for Gantry Entrance floor	150	1							1	150
Bulb for Dreamers flame lamp – 3 W E14	3		8						8	24
Bulb for Dreamers ceiling lamp – 40 W E27	40		16						16	640
Bulb – Soraa – GU10 – 9.5 W	9,5			20	13	36	37		106	1007
Vintage TV	95			1					1	95
LED accessories – RGB-strip 12 V 36 W – 5 m	36		2						2	72
LED accessories – 24 V LED strip 15 W/m	15			5	1	4	35		45	675
EuroLite LED STL-50F	105				17	6	17		40	4200
NEC V552 TV	100		2	4					6	600
Eizo EV2450-BK	20			3	27	18	46		94	1880
Speakers 2.1 – Creative A250	40	1	1			1	3		6	240
Gallery sign	40	1	1	1	1	1	1		6	240
Globe	250						1		1	250
Telescope	50						1		1	50
CCTV	500							1	1	500
		560	1016	860	2503,5	1472	4041,5	500		10953

5.2 Sähkönjaon toteutus

Pääpiirteittäin jokaiseen galleriaan pyritään rakentamaan oma sähkönjohto. Jos jokin menee vikaan, esimerkiksi johto on vioittunut, vian pystyy paikallistamaan helposti. Näyttelylle vaaditaan oma 63 A:n syöttö. Se voidaan jakaa, miten halutaan riippuen siitä, minkälainen näyttelytila on. Ensin 63 A:n syöttö tulee keskukseseen. Keskuksia on kahdenlaisia. Syöttöjohto tulee keskukseseen missä on yksi 63 A:n kolmivaihelähtö, kaksi 32 A:n kolmivaihelähtöä ja kuusi 16 A:n yksivaihelähtöä. Näitä keskuksia voidaan kytkeä

sarjaan niin monta kuin tarvitaan, yleensä yksi tai kaksi, riippuen siitä tuleeko turvakameroille oma keskus. Isoissa tiloissa laitetaan vielä yksi keskus, johon on vain syöttö (63 A) mutta ei lähtöä. Tällaisessa keskuksessa on kuusi Socapex-lähtöä. Socapex-kaapeli on 19 x 2.5 mm²:n johto. Tällä johdolla viedään virta ainoastaan, jos kauempana tarvitaan enemmän virtaa eikä keskusta ole siellä saatavilla.

Yleensä käytetään kahta keskusta. Keskukset kytketään sarjaan, ja näin ensimmäisestä otetaan sähkö vain CCTC:lle ja toisesta tuodaan sähkö näyttelyyn. Tällöin ensimmäisestä keskuksista poistetaan mahdollisuus päästä sulakkeille kytkemään virta pois CCTV:ltä ja toisesta keskuksista käytetään vain pääsulaketta sammuttamaan ja kytkemään näyttely päälle. Tällöin toisesta keskuksista yhdellä 16 A:n lähdöllä syötetään Gantry Entrancea ja Dreamersia. Toisella syötetään Go Feveriä, pientä osaa Pioneersia ja Innovationia. Kolmannella syötetään loppu Pioneersia. Neljännellä lähdöllä syötetään Endurance. Viidennellä ja kuudennella lähdöllä Innovationia, yleensä niin, että toinen johto menee ilmassa trusseissa kiinni valoille ja toinen alhaalla valoille ja näyttöille. Innovationin näyttöjä on kuitenkin käytännön takia jaettava hieman esimerkiksi Go Feverin sähköjen kanssa, muuten käynnistysvirta on niin suuri, että sulakkeita ei saa pysymään päällä muuten kuin yksitellen näytöt päälle laittaen.

Taulukosta 2 näkee, että vaiheen 2, jossa on Go Fever ja Endurance, kulutusta on lisättävä ja vaiheita 1 ja 3 pienennettävä, jotta kaikki toimisi mahdollisimman hyvin. Tämä on helppo myös toteuttaa, sillä Go Fever ja Pioneers ovat aina vierekkäin ja Endurance ja Innovation ovat aina vierekkäin, joten ylimääräisiä johtoja ei tule.

Taulukko 2. Sähkönkulutus vaiheitta kohden

	Gantry	Dreamers	Go Fever	Pioneers	Endurance	Innovation	Yhteensä
Vaihe 1	560	1016		2503,5			4079,5
Vaihe 2			860		1472		2332
Vaihe 3						4041,5	4041,5

Keskuksella on kuusi 16 A:n lähtöä, josta näyttelyn sähkö otetaan. Keskuksella lähöt 1 ja 4, 2 ja 5, 3 ja 6 ovat samassa vaiheessa. Kokemuksen perusteella näyttöjä ja isoja ledvaloja pitäisi tulla joka vaiheelle suunnilleen sama määrä, jotta sulakkeet kestäisivät käynnistysvaiheessa. Tästä syystä esimerkiksi Innovation kokonaisuudessaan kytketään lähtöihin 3 ja 6, koska toisessa johtimessa on isoja valoja ja toisessa näyttöjä.

Gantry Entrancen ja Dreamersin syöttö kannattaa kytkeä vastaavasti Pioneersin kanssa samaan vaihteeseen esimerkiksi 1 ja 4 ja Go Fever ja Endurance samaan vaiheeseen. Näin saadaan vaihekohtaiset virrat suhteellisen samankokoisiksi. Samalla saavutetaan myös se etu, että saadaan kulku suuntaan nähden ensimmäinen pistoke ensimmäiselle gallerialle ja toinen toiselle.

Näyttelyalueelle sähköjohtoa menee tilan koosta riippuen noin 600–1000 m. Pitkien etäisyyksien takia pitää tarkkailla myös jännitteenalenemia. Koska kaikkien johtojen pitää olla piilossa, voidaan 15 m:n päässä sijaitsevalle laitteelle todellisuudessa joutua vetämään jopa 100 m johtoa.

Sähköjohtojen kokoa ei tarvitse välttämättä seurata kovin tarkasti. On pyritty siihen, että syöttöjen alkuvaiheissa johto on 2,5 mm² ja loppupäässä, kun kuorma pienenee, johdin on 1,5 mm². Kaikki asennukset vastaavat pinta-asennusta tai vapaasti ilmaan tehtäviä asennuksia joten 1,5 mm²:n kaapelin kesto on 18,5 A ja 19 A ja 2,5 mm²:n kaapelin 25 A ja 26 A. Sulakkeiden koko on 16 A.

5.3 Sähköongelmat

Kuormituksen jakautumisen kanssa tulee helposti ongelmia, jos usea eri henkilö tekee sähkötöitä samanaikaisesti kiinnittämättä huomiota suunnitelmaan. Näin aiheutuu helposti ylikuormaa jollekin syötölle ja vian aiheuttavan syyn löytäminen rakennustöiden loppuvaiheessa, kun kaikki tavarat ovat paikoillaan, voi kestää monta tuntia, koska kaikkiin johtoihin ei enää pääse käsiksi. Tällöin voi olla helpompi rakentaa uusi keskus ja vetää sieltä uusi johto. Uuden johdon ongelmana tosin on sähköistyksen monimutkaisuus, ja näyttelyn aikana ilmenevä ongelma on myös vaikeampi korjata, jos sähkösuunnitelma ei enää vastaa todellisuutta.

5.4 CCTV

Näyttelyssä on myös turvakameroita mahdollisten varkauksien ja ilkeiden tekojen vuoksi. Kameroita on yhteensä 37, ja niillä kuvataan lähes koko näyttelyaluetta jatku-

vasti. CCTV on kytketty UPS-laitteen taakse, joten kameroilla ja reitittimillä on varmennettu sähkönsyöttö myös vikatilanteessa. CCTV:n reitittimille tehdään kokonaan oma syöttö suoraan UPS-laitteelta

6 Valaistus

6.1 Valaisimien väriämpötila ja värintoisto

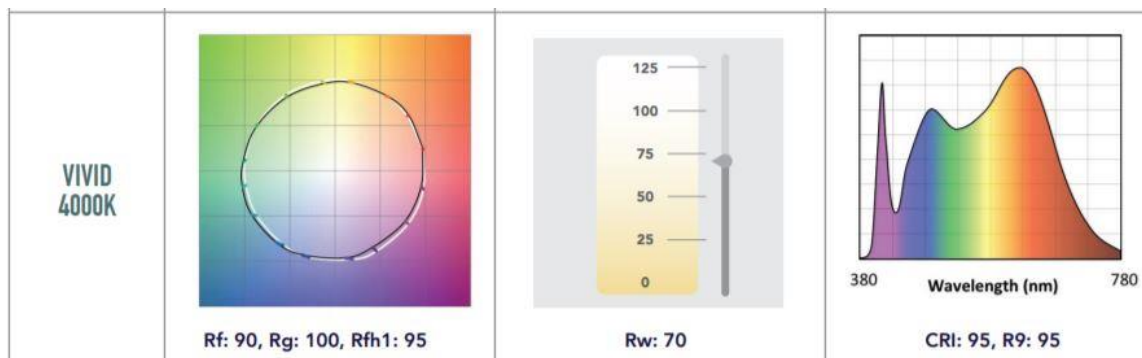
Valaistus on näyttelyn yksi tärkeimmistä asioista. Valaistukseen halutaan vaikuttaa paljon, koska hyvin suunnitellulla ja toteutetulla valaistuksella näyttelyyn saadaan tunnelmaa ja voidaan korostaa esineitä. Näyttelyssä on tärkeää, että esineet näyttävät valossa hyvältä, joten valon laatuun pitää panostaa. Tähän vaikutetaan eniten valon väriämpötilalla ja värintoistolla. Pääsääntöisesti näyttelyssä käytetään yli 4000 K:n väriämpötilan lamppeja. Matalanlämpötilan lampuilla (2700 K) värin toisto tummilla väreillä on heikko, ja koska paljon esineistä on mustia tai valkoisia, saisi tavallinen lamppu esineet näyttämään huonoilta.



Kuva 12. Edessä alle 3000 K:n lamppu ja takana noin 5000 K:n lamppu. [5.]

Kuvassa 12 on esimerkki, miksi näyttelyssä ei ole kuin muuta tarkoin valituissa paikoissa lamppeja, joiden värielämpötila on noin 2700 K ja lopuissa käytetään 4000 K tai korkeamman värielämpötilan lamppeja. Gantry Entrance ja Dreamers on ainoat galleriat, joissa käytetään muita kuin yli 4000 K:n värielämpötilan valaistusta. Gantry Entrance ja Dreamers on suunniteltu 2700 K:n valaistukselle. Dreamersin väritys on tumman puun värinen, joten sinne lämmin valo sopii hyvin.

Yleisin lampputyyppi, jota näyttelyssä käytetään, on Soraa Vivid-sarjan lamput, joiden värielämpötila on 4000 K.



Kuva 13. Soraa Vivid-sarjan 4000 K:n lampun värintoisto. [2.]

Soraa Vivid-lamput on valittu käyttöön yksinkertaisesti vertaamalla paljon erilaisia lampuja. Lampulla valaistavat esineet ovat yleensä vitriinien sisällä, tauluja tai pieniä näyttelyesineitä.

Eurolite stl-50F on toiseksi yleisin lamppu; sillä valaistaan isompia esineitä ja voidaan tuottaa tasainen valopinta suuremmalle alalle ja pidemmältä matkalta. Väriämpötila Eurolitellä on 5600 K.

Lisäksi lähinnä vitriinien valaistuksessa käytetään 24 V:n lednauhaa. Lednauhan väriämpötila on 5000 K.

6.2 Valaisimet käytännössä

Yhtä näyttelyesineettä valaistaessa käytetään yhdenlaisia valaisimia. Samanlaisia valaisimia käytettäessä valon eroavaisuudet eivät näy. Esimerkiksi valkoinen pinta voi näyttää erilaiselta eri valossa. Valaisimien valokeilan kulma on yleensä liian suuri, ja ne voivat valaista viereistä näyttelyesineettä. Tämä voidaan välttää suuntaamalla valo. Lampuissa on ”barn door” eli valokeilan säätömahdollisuus. Niillä saadaan rajattua valoa hyvin, jotta saadaan valaistua vain haluttu alue. Lednauhan asettelussa häikäisyä pyritään välttämään. Käytännössä katsoja ei saa nähdä lednauhaa. Tämä edellyttää, että lednauhan valo on jollain rakenteella aina suunnattua. Esimerkiksi vitriinien katolla on rakennettu metalli kehikko U-muotoisesta raudasta, johon ledinauha on upotettu. Jos kaksi samanväristä esinettä valaistaan vierekkäin, pitää ne valaista samanlaisella valaisimella.

Valaisimien asettelu esineille järjestetään varjoja välttämällä, elleivät varjot ole hallittuja ja suunniteltuja. Varjojen hallittu käyttö toteutetaan säädettävillä valaisimilla. Yleisesti voidaan todeta, että suurempi näyttelyesine vaatii suuremman valonlähteen. Jos kaksi erikokoista samanväristä näyttelyesinettä valaistaan vierekkäin, pitää ne valaista samantyyppisellä valaisimella, muuten valoeron huomaa.

Lamppujen ja ledinauhojen vaihto on ongelmallista. Ledinauhojen värintoisto muuttuu melko paljon ledinauhan vanhentuessa. Vanhojen ledinauhojen valaistus voimakkuuksien kanssa ei ole ollut ongelmia, sillä ne eivät koskaan ole täydellä teholla, vaan voidaan säätää sopivaksi. Soraa -lamppuissa yksi valintakriteeri oli, että värintoisto ei saa muuttua. Soraa -lamput ovat toimineet hyvin eikä silmämääräisesti huomaa eroa, onko lamppu ollut vuoden käytössä vai onko se uusi. Väriin pysyminen samana on tärkeää, sillä lamppuja on mahdotonta pitää iän mukaan järjestyksessä, kun käytössä on satoja lamppuja. Olisi aivan liian hankalaa ja hidasta, jos lamput pitäisi asentaa polttoainemäärän mukaan vierekkäin.

Valojen ostaminen tapahtuu siten, että ensin ostetaan pieni määrä lamppuja koekäyttöön ja testataan, miten valo muuttuu iän myötä ja miten kauan lamput kestävät käyttöä. Jos on todettu, että lampputyyppi toimii, ostetaan samanlaisia lamppuja moneksi vuodeksi ja näin saadaan mahdollisimman tasalaatuisia lamppuja varmuudella. Ledinauhojen kohdalla ongelmallista löytää loppuneen tilalle riittävän samanlaista nauhaa. Jos samanlaista ei löydy, ainakin samasta tilasta pitää vaihtaa kaikki ledinauhat. Pahimmassa tapauksessa uuden ledinauhan valossa jokin esine erottuisi epätoivotulla tavalla muista esineistä.

Yhden näyttelyn eli neljästä kuuteen kuukauden aikana on hajonnut keskimäärin kaksi Soraa-lamppua. Muuten yleensä näyttelyn aikana ei hajoa lamppuja. Pahin vaihe, jossa lamppuja tai ledinauhoja vaurioituu, ovat näyttelyn purku-, rakennus- ja siirtovaiheet. Ledinauha saattaa irrota liimauksesta, kun sitä liikutellaan ja esimerkiksi jäädä jalan alle.

Näyttelytila vaikuttaa merkittävästi valaistukseen. Paras vaihtoehto valaistuksen puolesta on korkea tila, jonka lattiat ja seinät ovat mattamustia ja ulkopuolista valoa ei pääse tilaan. Tilan korkeus vaikuttaa siihen, miten ylös valaisimet saadaan aseteltua. Valaisimien asennuskorkeudella voidaan helposti välttää häikäisyä ja saadaan varjot mahdollisimman vähäiseksi. Mattamusta lattia luo tunnelmaa, ja eri kontrasteja saa helpommin

aikaan valaistuksella. Jos lattia on kiiltävä ja vaalea, tilaa ei saa millään riittävän pimeäksi ja ylhäältä viistossa alaspäin osoittavat valot heijastuvat pahasti.

Ulkopuolista valoa pyritään välttämään, mutta sitä ei aina pystytä täysin estämään esimerkiksi turvallisuusmääräyksien vuoksi. Joskus turvallisuusmääräykset estävät ikkunoiden, uloskäyntien tai turvavalaistuksen peittämisen. Kuitenkin luonnonvalon määrän pääsyä voidaan rajoittaa suunnittelemalla näyttely siten, että luonnon valosta ei ole haittaa. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi sijoittamalla galleriat Dreamers ja Gantry Entrance valoisille alueille ja Innovation pimeimmälle alueelle. Tässä pitää kuitenkin ottaa huomioon tila ja suunnitella sen mahdollisuuksien rajoissa. Tilat ovat yleensä pieniä näyttelyn kokoon nähden, joten galleriat on pakko sijoittaa sen perusteella, miten ne mahtuvat ja miten ne liittyvät toisiinsa kronologisessa järjestyksessä.

7 Näyttelyn aukioloaika ja purku

Näyttelyn aukioloaikana ei voida tehdä muutoksia. Asiakkaasta riippuu, onko John Nurminen Events B.V. henkilökuntaa näyttelyn aukioloaikana paikalla. On ollut tilanteita, että koko näyttelyn ajan on yksi henkilö ollut koko ajan näyttely maassa. Tässä tilanteessa työntekijä on valmiudessa, jos jotain näyttelyssä tapahtuu. Tämän henkilön pitää tuntea koko näyttely hyvin ja tietää, miten kaikki toimii.

Näyttelyn purku kestää ajallisesti suurin piirtein yhtä kauan kuin pystyttäminen. Näyttely puretaan käänteisessä järjestyksessä kokoamiseen verrattuna. Käytännössä se merkitsee, että kaikki särkyvä ja ne esineet tai laitteet, jotka ovat pahasti tiellä, puretaan ensimmäisenä. Sähköistä valaisimet ja helposti pois otettavat johdot otetaan ensimmäisenä pois. Sähköjen purkaminen ei ole sähkövastaavalle haastavaa aikaa. Ei ole merkitystä, missä järjestyksessä sähköt puretaan, joten kaikki voivat tehdä niitä töitä. Jos paikallisia sähkölaitteita on kytketty näyttelyyn, kuten johtoja tai pistokkeita, ne pitää irrottaa ja palauttaa asiakkaalle. On tärkeä muistaa järjestää heti alusta lähtien kaikki esineet oikeille paikoilleen. Seuraavaan näyttelypaikkaan tullessa on tärkeätä, että kaikki esineet ovat omilla paikoillaan. Jos näin ei ole, seuraavassa paikassa tulee ongelmia. Seuraavan näyttelyn valmisteleminen aloitetaan jo edellisen näyttelyn purkuvaiheessa. Jos näyttelyn aikana on tullut käytön jälkiä tai muuten jotain on vioittunut, ne korjataan purkuvaiheessa.

8 Yhteenveto

Opinnäytetyössä luotiin rakennus- ja suunnitteluohje NASA – A Human Adventure -näytteilyyn sähkövastaavan näkökulmasta. Tavoitteena oli luoda ohje, jota voidaan käyttää henkilöstön perehdyttämiseen ja ohjeistamiseen.

Työssä perehdyttiin näytteilyn suunnittelun etenemisjärjestykseen ja sähkövastaavan näkökulmasta rakentamiseen ja sähköistyksen suunnitteluun. Toinen pääkohta oli kertoa valaistuksen tärkeydestä ja sen tuomista haasteista.

Suurimmaksi haasteeksi muodostui tehdä ohje ja sen rajaaminen vastaamaan sähkösuunnittelijan näkökulmaa vastaavaksi.

Opinnäytetyössä luotiin pohja NASA – A Human Adventure -näytteilyn suunnittelijalle ja sähkövastaavalle. Tulevaisuudessa opinnäytetyötä voidaan laajentaa vastaamaan suunnittelijaa tarkemmin apuna käyttäen Autocadia ja rakentamisen aikaisen toiminnan kehittämistä varten.

Lähteet

- 1 A Human Adventure, producer, tilaajan kotisivut <http://ahumanadventure.com/?page_id=15>. Luettu 20.10.2018.
- 2 Soraa, tuoteluettelo, <https://res.cloudinary.com/soraa/image/upload/v1487765266/product_specs/mr16-gu10/01129/spec_sheet.pdf>. Luettu 22.10.2018.
- 3 A Human Adventure, production facts, tilaajan kotisivut <http://ahumanadventure.com/?page_id=39>. Luettu 18.11.2018.
- 4 A Human Adventure, gallery, tilaajan kotisivut <http://ahumanadventure.com/?page_id=523>. Luettu 2.11.2018.
- 5 Wikipedia, väriämpötila, verkkolähde <<https://fi.wikipedia.org/wiki/V%C3%A4ril%C3%A4mp%C3%B6tila>>. Luettu 3.11.2018.