

# ROMUTETTAVAKSI RAKENNETTU

VIRTUAALISEN AUTON TOTEUTUS PELIMOOTTORIIN

Lahden ammattikorkeakoulu  
Viestinnän koulutusohjelma

TEITTINEN, OLLI: Romutettavaksi rakennettu - virtuaalisen auton toteutus pelimootoriin

Multimediatuotannon opinnäytetyö, 61 sivua

Kevät 2012

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyöni on pelinkehittäjäryityksen palveluksessa luotu automalli käytettäväksi videopelissä pelaajan autonä. Käyn läpi koko prosessin vaiheet luonnostelusta, 3d-mallinnuksesta ja iteroinnista sekä kohdattujen ongelmien kautta lopulliseen pelissä esiintyvän automallin kuvankaappauksiin asti. Sivuan myös teoriaa autojen suunnittelusta videopelisiin pohjautuen.

Tavoitteeni on saada tietämystä videopeliautojen luomiseen käytetyistä tekniikoista ja työtaivoista sekä täyttää kyseisen peliprojektin autoilta vaadittavat laadulliset ja tekniset ominaisuudet tässä lopputyössä esiteltävän mallin osalta.

Opinnäytetyön kirjallinen osuus on kasattu pelinkehittäjäryityksessä työskentelyn ohessa opittujen ohjeiden ja menetelmien pohjalta sekä kirja- että internetlähteitä apuna käyttäen.

Avainsanat: videopelit, kolmiulotteisuus, mallintaminen, tekstuuri

Lahti University of Applied Sciences  
Degree programme in visual communication

TEITTINEN, OLLI: Built to be smashed - the implementation of a virtual car into a game engine

Multimedia production graduation project, 61 pages

Spring 2012

## ABSTRACT

My graduation project is about the creative process of a virtual car used in a video game created while being employed in a games development company. The work includes a detailed written breakdown of the process starting from the early sketching stages to 3d modeling and iteration, through met difficulties to the screen shots of the final car model featured in the game. I will also touch on the theory of automobile design in video games.

My objective is to gain the necessary skills and knowledge on techniques and methods used in creating cars for video game use as well as to create my car model while fulfilling all technical and qualitative requirements there are involving cars in the current generation of video games.

This written portion of the graduation project consists of information and methods learned while working in a professional games development company as well as using various books and the internet as additional sources.

Keywords: video games, three dimensional, modeling, texture

Lahden ammattikorkeakoulu

Muotoilu- ja taideinstituutti

Viestinnän koulutusohjelma

Multimediatuotannon pääaine

Opinnäytetyö AMK

Kevät 2012

Olli Teittinen

Romutettavaksi rakennettu - virtuaalisen auton toteutus pelimootoriin

# SISÄLLYS

Johdanto	6
Viitekehys - Autot ja videopelit	8
Referenssit	10
Suunnittelun aloittaminen	12
Jatkojalostus ja proxymalli	16
Aloittaminen 3d-ohjelmassa	17
Smoothing group ja vertex normal	18
Crazy cars	20
Perän muotojen iterointi	21
Vanteen suunnittelu ja mallinnus	22
Versioiden tehotuotantoa	24
Valmis proxy	32
Hipolyn mallinnus	36
UV mapping	40
Teksturointi	42
Korin teksturointi	42
Valojen teksturointi	44
Kohdattuja ongelmia	46
Valojen geometria ja UV channel info	46
Versionumerot, exportointi ja tietopankit	46
Lowpolymalli	48
Viimeistely	50
Sisustan korjaukset ja säädöt	51
Valojen ja ikkunoiden säädöt	52
Vauriotekstuurin muokkaus	53
Galleria	54
Loppusanat	58
Lähteet	60

## JOHDANTO

Oppinnytetyöni on Bugbear Entertainmentin palveluksessa suoritettu yhden automallin suunnittelu ja visuaalinen toteutus käytettäväksi PlayStation 3-, Xbox 360- ja pc-alustoille maailmanlaajuisesti julkaistavassa ajopelissä pelaajan ajettavana autonä. Pelissä esiintyvät autot on suunniteltava alusta loppuun uniikkeiksi kappaleiksi, koska peli ei sisällä lisenssiä oikeiden automallien käyttöön. Tämän kirjallisen raportin tarkoitus on kuvailla prosessin eri vaiheet sekä selvittää autolta vaadittavia toiminnallisia ja laadullisia ominaisuuksia pelimoottorin, pelinkehittäjäyrityksen sekä pelin julkaisijan osalta.

Autot ja niiden luominen digitaalisesti on ollut pitkään aikaa vahva kiinnostuksen kohde vapaa-ajallani. Muutama vuosi sitten alkoi kiinnostus kasvaa autojen luomiseen kolmiulotteisesti tasaisen kuvapinnan ohella.

Syvänsin tietämystäni 3d-asioihin vaihto-opiskeluvuotenaani Australiassa ja takaisin tultuani päällimmäisenä mielestäni oli yksi yritys, missä haluaisin työskennellä. Bugbear Entertainment on Helsingissä sijaitseva pelialan kehittäjäyritys, joka on yli kymmenen vuoden olemassaolonsa aikana (perustettu vuonna 2000) erikoistunut ajopelisiin.

Lähetin avoimen työhakemuksen sekä Australiassa valmistelemani auton 3d-animaation näytteeksi ja lopulta he kutsuivat käymään. Siihenastinen 3d-kokemukseni rajoittui Autodesk Maya -ohjelmistoon. Nähdäkseen 3d-perustaidot, autonsuunnitteluun tarvittavaa silmää sekä kykyä omaksumaan uutta, he pyysivät mallintamaan auton lähettämänsä piirroksen pohjalta käyttäen 3dsMaxia, Autodeskin toista 3d-ohjelmistoa. Aloitin elokuussa 2011 työharjoittelijana sen hetkisen peliprojektin parissa. Puhe oli myös pelin autoihin liittyvän lopputyön tekemisestä harjoittelujakson päätyttyä ja sanoivat sen olevan erittäin mahdollinen.



Yli ruutikaappauksia Australiassa tekemistäni animaatioita. Internet hakusanat: video 3d wot race car

Alla muutamia Photoshopissa luomiani autoja. <http://tline20.deviantart.com>



Aloitin ympäristöjä rakentavan porukan osana. Pääta-  
voitteinani oli tutustua yrityksessä käytettyihin pelinke-  
hitystyökaluihin ja -ohjelmistoihin sekä rakentaa pelissä  
tarvittavaa sisältöä, kuten arkkitehtuurisia elementtejä  
patsaista oviin, hajoaviin seiniin sekä myös erään raken-  
uksen sisäosan muodon suunnittelemiseen. Suurin osa  
työstämistäni esineistä oli jo olemassa, mutta tehtäväni  
oli valmistella ne siten, että pelissä ne hajoavat palasiksi  
kun pelaaja ajaa niitä päin autollaan. Työhön kuului peli-  
nin säännöllinen testaus varmistamistakseni, että hajo-  
amiset näyttävät hyvältä sekä etteivät kyseiset objektit  
efekteineen ole liian raskaita pelimoottorille. Objektien  
geometrian optimointi, lod-mallien tekeminen sekä teks-  
tuurien suunnittelu kuuluivat myös työtehtäviini.



Yhdi Bigbearille työstämäni harjoitustyö.

Oikealla oikeampi, jonka muodon ja sisällön suunnittelin. Kuvassa  
näkyvä tekstuurointi on jälkempään lehty jonkun muun toimista.

Alla muutamia kuvia pelissä käytetyistä objekteista, joiden parissa  
työskentelin.



Muutama viikko ympäristötoimin osana työskennellessäni aloin  
vähitellen siirtymään autotiloihin. Optiimoin ja mallinsin mm.  
pelin liikenteen autojen geometriaa sekä maalasin niiden teks-  
tuureja. Työharjoitteluaajan loppuvaiheessa alkoi varmistumaan  
lopputyön aiheen yksityiskohtat. Osallistuin pelintekoprojektiin  
verrattain myöhäisessä vaiheessa, jossa pelin kaikki perusautot  
olivat jo suunniteltuina ja lähes valmiita. Lopputyön aiheeni on  
luoda yksi pelin erikoisautoista kokonaan alusta loppuun koo-  
dia, ajettavuutta ja ääniefektejä lukuunottamatta.



# AUTOT JA VIDEOPELIT

Autot ovat esiintyneet peleissä aivan pelinkehityksen alusta lähtien. Koska grafiikkajärjestelmät olivat tuolloin hyvin alkeellisia, autot täytyi esittää todella alhaisella tarkkuudella. Auton esitystavan on silloinkin jonkun täytyttyä siis suunnitella, vaikka auto olisikin perustunut tosimaailman malliin. Vähäisen pikselitarkkuuden ansiosta auton valmiiksi saattamiseen tarvittiin vain vähäinen työpanos. Teknologian kehitystyssä taiteellinen vapaus, mutta myös työmäärä ovat kasvaneet moninkertaisesti. Kaikki viimeisimpien vuo- den aikana nähdyt suuret julkaisut hyödyntävät 3d-malleja sekä ympäristöjä. Tarkkuuden ja esitystekniikan kehittymisen johdosta yhden auton valmiiksi viimeistelemiseen menee nykyään useita viikkoja. (Bugbear Entertainment), (Gahan (2011), xi)

Oman kappaleensa autojen suunnittelussa pelejä varten ovat uiikit konseptit ja unelma-autot, joiden toteuttaminen oikeasti ei olisi järkevää tai edes mahdollista. Pelin luonteesta riippuen kulkine voi olla vain auton kaltainen tai jopa hyvin kaukana siitä. Pelin visuaalisen tyylin pohjalta oikeiden automallien käyttö ei välttämättä edes sovi. Tällainen ratkaisu tietenkin vaatii enemmän panosta pelin kehittäjältä. Auton kaltainen tai ei, viimeisen päälle hyvän näköisten kulkuvälineiden suunnitteluun menee aikaa. Oikeiden automallien käyttäminen peleissä onkin mielestäni tavallan helppo tie, koska suunnitteluvaiheen voi jättää kokonaan väliin. Useiden autojen kohdalla jopa mallintamisen voi jättää tekemättä ostamalla valmiin 3d-mallin. Valtinta oikeiden automallien käyttämisessä niiden toteuttamisen verrattaisiin helpoitten lisäksi on niiden tuoma markkinointiarvo, mutta usein sen mukana tulevat myös lisenssin sisältämät määräykset ja rajoitukset.

Vaikka tekniikan kehitystyssä autojen yksityiskohtiin sekä tarpeen vaatiessa tosimaailman vastaavuuteen on voitu panostaa enemmän ja enemmän, vastuu virtuaalisen auton esitystavasta on silti edelleenkin pelin kehittäjällä. Lisäksi kun peleissä pelimoottori piirtää autot reaaliajassa ruudulle, on autojen geometrian oltava tarpeeksi kevyitä pelin toimintavakauden turvaamiseksi. Laadukkaan geometrian luominen on auton suunnittelijan ja sen mallintajan vastuulla.



Grand Prix Circuit, Accolade, 1988  
kuva: gamesbase.com



Lotus Turbo Challenge, Amiga, 1990  
kuva: gamesbase.com



Stunt Race FX, Nintendo, 1994



Erikoisauto Need For Speed 333a (Electronic Arts, 1998). Parhaat kierrosajat tehtiin tällä, vain kysyttäessä pelin varten suunnitellulla autolla.



Kolligage Stage II (Psygnosis, 2000) tieläis ratkaisu, joiden koston muodon ja saarten pyörien ansiosta ajaminen onnistuu yksilähtöisik ilmaan ongelma.



Wipeout -pelin ajamista (kuva: Wipeout HD, Sony, 2008) kisaaminen hoituu äärimmäisen nopeilla, häviöjämättä aksilla.



Gran Turismo Sport (Sony, 2010) erikoisauto GTbyCitröen on pelinkehityksen ja auto-teollisuuden yhteistyötä.



Karkeasti vedettynä ajopelit voidaan jakaa kahteen kategoriaan pelin luonteesta riippuen: oikeat automallit vähäisellä tai olemattomalla vaurionmallinnuksella tai keksityt autot yksityiskohtaisella ja voimakkaalla vaurionmallinnuksella. Pitkään vallassa ollut yleinen käsitys keksittyjen autojen käyttämisessä romurallipeleissä on oikeiden autovalmistajien sekä niiden lisenssinhaltijoiden haluttomuus nähdä autojaan rusentuvan tai hajoavan palasiksi. Keskustelut Bugbearin väen kanssa tukevat tätä käsitystä.

Kuitenkin on olemassa Need For Speed -sarjaan pohjautuva tapaus Shift 2: Unleashed (EA, 2011), jossa lisensoidut autot menevät ruttuun ja hajoavat osiksi siten että rakenteet näkyvät. NFS -sarjaa tosin kehitetään massiivisella budjetilla, joten uskoisin että raha on entistään suurempi tekijä autojen lisenssinissa kun yksityiskohtainen vaurionmallinnus on kyseessä.

Oman teoriansi mukaan yksi syy mahdolliseen lisenssinhaltijoiden haluttomuuteen on, että peleihin simuloitu vaurio ei anna oikeaa kuvaa tietyn valmistajan tietyn mallin suoriutumisesta törmäystilanteessa, mikä tietysti olisi huonoa ja harhaanjohtavaa mainosta. Äärimmäisen realistisen vaurionmallinnuksen tekeminen jokaisen yksittäisen automallin mukaisesti olisi kallista ja aikaa vievää. Tai sitten kyse on yksinkertaisesti vain siitä, että pelin julkaisijan tulee maksaa tarpeeksi tanakka summa laajemmasta lisenssistä.

Johdopäätöksensä kyse on mielestäni kompromissista sekä rahallisesti että myös taiteellisen vapauden säilyttämisestä pelin kehittäjillä. Pelin varta vasten rakennetut autot voidaan tehdä peliin juuri sellaisiksi kuin tarpeellista joutumatta mukautumaan lisenssin mukana tuleviin vaatimuksiin sekä valinnasta mieluummin priorisoida saatavilla oleva rahoitus suoraan pelin kehitykseen.



Need for Speed: Hot Pursuit (EA, 2005), autot menevät ruttuun, mutta korinosa ei irtoa eikä auton muoto muutu vaurioiden myötä.



Ridge Racer -pelisarjan autot ovat kyseisiä vaurioituneita autoille vaihtaa vaurionmallinnusta ei ollutkaan mukana. Kuva: Ridge Racer 7 (Namco, 2006)



Puhdasverisiä romurallipelejä. Vasemmalla Burnout Paradise (EA, 2008). Oikealla Bugbearin kehittämä Flatout 2 (Empire Interactive, 2006).



## REFERENSSIT

Pelin julkaisijan lähettämä referenssiauto on 1940-1950 lukujen taitteen Mercury. Aikakauden tunnusomaisimmat piirteet ovat suuri, pyöreisiin maotoihin perustuva kori, pitkät kaarevat linjat sekä keulan krominen irvistys. Rakenneltuja Mercuryja tätä tekstiä lähinnä.

Kyseisen aikakauden autot ovat edelleen hyvin suosittuja rakentelukohteita. Näille custom -autoille onkin vakiintunut englanninkielinen nimitys "lead sled", lyijyreki. Kuten nimityksestä voi päätellä, nopeus ei ollut näiden kiesen valttina. Rakentelun mottona oli "style over speed" eli ulkonäkö ja olemus ovat siis prioriteetit lyijyrekiä rakentelussa (Cheetham 2004, 13). Custom -autojen ominaispiirteitä ovat vähäinen maavara, "chop top" eli katon madallus, kromiosien poisto tai niiden maalaaminen korin väriin, erikoisvanteet sekä usein myös värikkäät maalaukset.

Referenssikuvat on hyvä pitää helposti käsillä ja lajiteltuina. Kuvia hakiessani mietin mikä niissä eniten osui silmään tai mistä osa-alueesta erityisesti pidin ja lajitelen niitä sen mukaisesti.



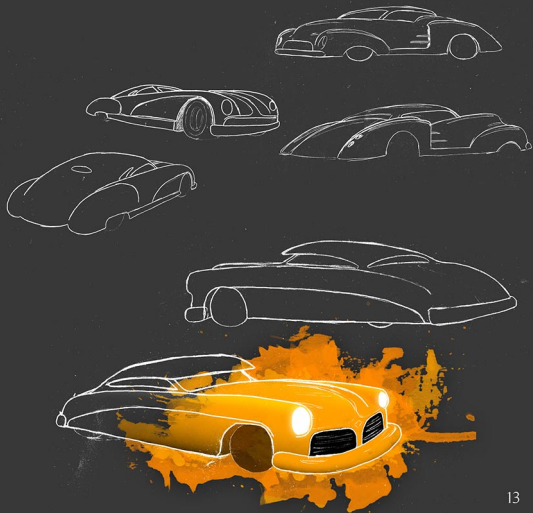


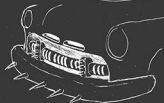
## SUUNNITTELUN ALOITTAMINEN

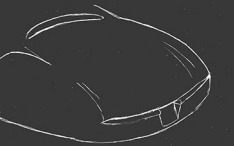
Työ alkoi hahmottelemalla auton perusmuotoja paperille. Tämän vaiheen tarkoitus on hakea tyyliä ja muotoja sekä laittaa ideoita paperille myöhempiä vaiheita varten. Bugbearin autoista vastaavan tiimin vetäjän ohjeituksen mukaisesti kaikki mitä mieleen tulee on hyvä piirtää paperille. Palautteen pohjalta luonnoksista valittiin yksi, jota aloin jalostamaan pidemmälle. Kyseinen luonnos (etu- ja takaviisto) viereisen sivun alareunassa.

Käytin valittua piirrosta pohjana piirtämällä sen keulan muodon läpi toiselle paperille ja aloin piirtämään variaatioita. Tässä vaiheessa voi keskittyä enemmän yksityiskohtiin ja kokeilla, mikä voisi toimia valitun perusmallin kanssa. Jälleen tärkeintä on kuitenkin piirtää mahdollisimman paljon eri versioita paperille muistiin mallinnusprosessia varten. Seuraavalla aukeamalla jatkoideointia valitun luonnoksen pohjalta.









## JATKOJALOSTUS JA PROXYMALLI

Alkuideoinnin jälkeen tuli aika jatkaa mallin suunnittelua 3d -ohjelmassa. Proxymallilla tarkoitetaan matalageometristä mallia, josta näkee hyvin tarkasti miltä valmis auto tulee näyttämään. Proxyn geometria kannattaa pitää alhaisena siitä syystä, että sen muokkaaminen ja iterointi pysyisi mahdollisimman vaivattomana ja hallittavana. Tämän peliprojektin autojen proxymallit pyörät mukaan laskien on noin 5000 polygonia. Siihen ei sisälly moottoria eikä sisustaa, vaan ne mallinnetaan myöhemmin kun auton kori on lopullisissa mitoissaan.

Oikealla pelin ensimmäisen auton proxymalli. Kuten kuvasta näkyy, proxymalli on matalammasta geometriasta huolimatta hyvin yksityiskohtainen. Ero täystarkkuuden malliin on huomattavissa lähikuvissa sekä erityisesti siitä kuinka valaistus ja heijastukset käyttäytyvät mallin pinoilla.



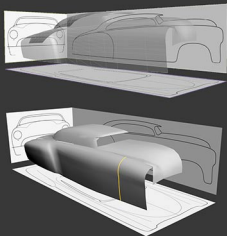


## Aloittaminen 3d-ohjelmassa

3d-autojen mallinnuksessa erittäin hyödyllistä on käyttää mallinnettavan auton projektiokuvia eri suunnista. Koska tämä auto tulee olemaan uuniikki kappale, ei valmiita kuvia ole olemassa. Piirsin tärkeimmät kuvat itse käyttämällä oikean auton sivukuvaa referenssinä tärkeimpien mitta-suhteiden ja akselivälän varmistamiseksi. Mallin edistymistä käytiin työstön ohessa läpi autoartistien tiiminvetäjän kanssa. Tästä eteenpäin asiaa ja kuvia mallinnuksen vaiheista ja eri versioista.



Viereisissä kuvissa auton profiilipiirroksat aseteltuna 3d-ympäristöön. Tehtynä myös auton suurimpien pintojen ensimmäiset versiot. Aloitin mallintamisen kyljestä luomalla point curven pystysuuntaisesti. Sillä määritellään kyljen muodon pystysuuntainen profiili. Kopioin samaa curvea pitkin auton pituutta yhtenäisen muodon saavuttamiseksi. Muutin hieman curvea kokoa kopioiden välillä, koska auton kylkilinja ei ole suora, vaan kaareva myös auton pituussuunnassa. Auton kyljen korkein kohta on oranssilla merkityn profiilikäyrän kohdalla. Lopuksi yhdistin käyrien välille pinnan käyttämällä 3dsMaxin U Loft -työkalua. Takalokasuojan monimutkaisempi muoto oli kuitenkin loft -työkalulle liikaa ja se ei näyttänyt siltä mitä olin hakemassa. Tein sen uusiksi polygoneja luomalla ja niiden vertexpisteitä siirtelämällä.



## SMOOTHING GROUP JA VERTEX NORMAL

Nykykukupolven pelit käyttävät lähes poikkeuksetta jonkinlaista pintojen pehennystä. 3dsMaxissa tämä asia hoituu smoothing grouppeja määrittelemällä. Jokaisella polygonilla on suunta, mikä on talletettuna sen vertexpisteisiin. Vertexien suuntainformaatiota kutsutaan käsitteellä vertex normal. Tällä kätevällä ominaisuudella myös proxymallin pinnat saadaan näyttämään sileiltä vähäiselläkin polygonimäärällä.

Kuva1: Perustilanteessa, ilman muita siihen liittyneitä polygoneja tai ilman määrättyä smoothing groupia sen suunta on tietysti suoraan pinnasta pois päin ja tällöin polygonin kaikki vertexpisteet ovat keskenään yhdensuuntaiset.

Kuva2: Kun toisiinsa liittyneille polygoneille määrätään sama smoothing group 3dsMax laskee kulmassa sijaitsevista vertex normeista keskiarvon ja sävyttää polygonien liitoskohtaa siten, että kulma ei erotu enää yhtä voimakkaasti. Tässä tilanteessa ohjelma sävyttää pinnat samalla tavalla kuin jos pinta olisi säännöllisen kupera. Koska geometria on edelleen sama, kulma kuitenkin on havaittavissa, mutta häiritsee oikeastaan vain jos kappaletta pääsee tarkastelemaan siten, että muoto näkyy esimerkiksi taustaa vasten.

Kuva3: Pehmenneen kulman terävyyttä voi säädellä jakamalla alueen polygonit pienempiin, jotta ohjelma ei laskisi normaalin keskiarvoja kauemmas kulmasta. Näin syntyy siisti ja terävämpi kulma, jossa kuitenkin näkyy valaistuksen luoma huippukiilto.

Kuva4: Tarkemman sävytyksen saavuttamiseksi pintaa jaetaan enemmän sekä mahdollisesti kallistetaan syntyneet pinnat enemmän vastaamaan haluttua muotoa. Tässä tapauksessa voidaan käyttää esimerkiksi chamfer -työkälyä. Muodon jakaminen tätä pienempiin polygoneihin ei enää tuota näkyvää tulosta, joten tämä on ihanteellisin. Koska peleissä käytettävät mallit kuitenkin kuuluvat olla verrattain kevyitä pelimoottoria varten, usein kuvan 3 ratkaisu on tarpeeksi tarkka.



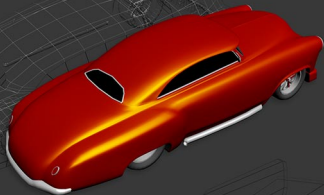
Heti perusmuotojen ohkeen lisätään myös ensimmäiset yksityiskohdat. Kapea, koko sivuhelman mittainen suora pakoputki, sileä takapää ja piiloitettu takapyörä. Sileää kokonaisuutta piristää keulan säleikön piikit sekä etupuskurin alareunan kaksi aukkoa.



Mittasuhteiden ja erilaisten variaatioiden kokeileminen alkoi. Huomattavimmat uudistukset ovat etukaaren muodon muokkaaminen, takalokarin leikkaaminen sekä katon lievä korotus. Alemman kuvan ikkunaa ja katon väliä verratessa korkeuseron huomaa parhaiten. Näiden lisäksi tein takapuskurin ja muokkasin etuvalojen reunusta sekä mallinsin uuden etusäleikön.

Erlaisia etusäleiköjä.





Miellyttävemmän tarkastelun ja selkeämmän ulkoosan saavuttamiseksi merkkasin auton eri osat näyttämään keskenään erilaisilla. Kuvan versiossa uutta ovat myös ikkunoiden kehykset sekä paksumpi pakoputki.

### Crazy cars

Kuulin, että pelin julkaisija viittaa näihin erikoisautoihin nimityksellä "crazy cars", joten päätin kokeilla hieman härskipää ulkoosaa. Haluttiin enemmän detaljia erityisesti perään sekä muutenkin hullumpaa olemasta koko autolle.

Funny car -tyyppiset kiihdytysautot ovat tunnetusti vaikuttavia ilmestyksiä, joten kokeilin ottaa vaikutteita sellaisista. Korotettu perä, suunnaton takarengas, ilmanottoöteerö keulalle ja siipi taakse olivat mitä tulivat mieleen.

Vaikka tämä versio olikin hieman ohli pelin yleisestä tyylistä, antoi se uuden, tuoreen näkökulman suunnitteluun. Konepeiton ilmanottoöteerö sai tästä versiosta jäädä keulalle.



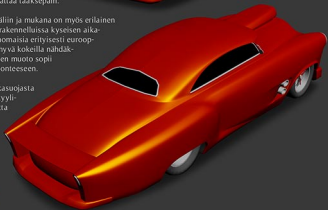
## Perän muotojen iterointi

Auton asento on palautettu takaisin normaaliksi. Pääpaino saadulla palautteella oli detaljin kasvattaminen auton perään koska suurimman osa ajasta auto näkyy pelaajalle takaa päin.

Tässä versiossa suurin muutos alkuperäiseen ja koko auton yleisilmeeseen onkin takalokasuojien muoto, jotka nyt jatkuvat pidemmälle taaksepäin kuin perän keskiosaa. Takapuskurin kokoa piti tämän vuoksi myös kasvattaa taaksepäin.

Takasiipeä on kokeiltu lokasuojien pidentymisen väliin ja mukana on myös erilainen pakoputken ulostulo. Tällaisia ulostuloja ei edes rakennelluissa kyseisen aikakauden jenkkilöytöissä ole ja ne ovatkin tunnuksenomaisia erityisesti euroopalaisissa 1930 -luvun kilpa-autoissa. Ideoita on hyvä kokeilla nähdäseen mikä toimisi ja mikä ei. Mielestäni ulostulojen muoto sopii kuitenkin tämän version kiihdytysautomaiseen luonteeseen.

Tässä versiossa huomionarvoista on myös takalokasuojasta lahteva kyljen alareunan muoto. Sokin on tämän tyylisuunnan autoihin epätavanomainen ratkaisu, mutta se ei ainakaan riko muotoa liikaa. Ja koska se ei halkaise kylkeä vaakasuunnassa, se vain kehystää suurta, sileätä pintaa häiritsemättä sitä.



## Vanteen suunnittelu ja mallinnus

Auton ulkoasu uudistamisen jälkeen aikaisemmat vanteet jokenkin eivät tuntuneet oikeanlaisilta, joten aloin miettimään niitä uusiksi. Pidin edellisten vanteiden pata-symbolista ja tahdoinkin tuoda sen vahvemmin esille. Auton silloisen ulkoasuun innoittamana aloin etsimään innoitusta kiihdytysautoista usein nähdystä vanteesta. Yksi tyyppi erityisesti osui silmään, jossa pääosassa ovat suuret rinkulat vanteen puolina. Yksinkertaisen kevyt, mutta kuitenkin voimakas muotoilu teki vaikutuksen ja päätin lähteä siitä eteenpäin.

Tärkeintä vanteen mallintamisessa on rakentaa vanne symmetrisesti origon ympärille. Työ alkaa mittasuhteiden hahmottamisella. Tärkeimmät mitat ovat keskustan, vanteen kehän sekä renkaan profiiliin suhteet. Viisi rinkulaa on aseteltu patamuodon koon mittaamiseksi. Vanteiden mallintamisessa yksinkertaisuinta ja näin myös ongelmien välttämiseksi tehokkainta on pulttijaon ja vanteen puolijaon pitäminen yhtenäisenä. Koska viisi puolivanne oli muutenkin ajatuksissa, yksinkertaisin pulttijaako on niin ikään viisi.

Vannetta mallintaessa paras tapa on mallintaa vain yksi sektori, koska koko rakenne perustuu toistuvaan muotoon. Viisi puolivanteessa selkeitä onkin mallintaa vain yksi puola. Koska tässä tapauksessa puolan perusmuoto on suora keskiosasta kehälle, työtä voi vähentää jakamalla senkin kahtia ja näin mallintaa vain yhden kymmenesosan koko vanteesta. Tätä peilaamalla ja kopioimalla saadaan yhtenäinen vanne huomattavasti vähemmällä työllä.

Tässä vannemallissa kiinnostavuutta lisää keskikohdan kaareutuminen sisäänpäin. Mutta varsinkin lowpolymalleissa, joissa geometrian tarkkuus on vähäisempää, kierossa olevat polygonit varjostuvat virheellisesti saaden koko mallin näyttämään epätasaiselta. Kävin kappaleen geometrian kertaalleen läpi siistien sen keskustasta lähtien mahdollisimman selkeäksi ympyräpohjaiseksi rakenteeksi, minkä jälkeen peilasin ja kopioin kappaleen taas kokonaiseksi vanteeksi.

Yksityiskohtien muokkauklu jatkuu. Tässä auto uusilla vanteilla ja eri värisenä. Huomaa takalokareiden takapäädyn erilainen muoto, uudet takavalot ja etuvalojen reunus sekä kyljen alaosan taitos. Sivukuvasa on malliesimerkit edellisellä aukeamalla mainituista geometrian virheistä. Niitä tulee herkästi kun malliin lisäillään muotoja nopeasti.



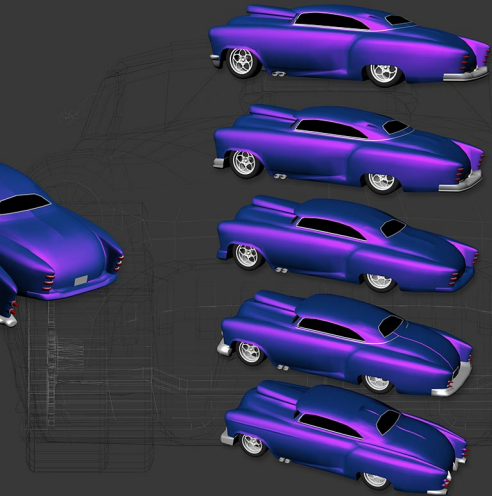
## Versioiden tehotuotantoa

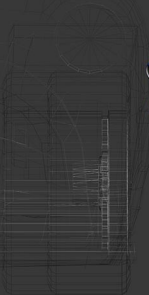
Kokeilussa erilaisia etu- ja takapuskureita, koristelijoita, pokauksia sekä takavaloja.

C-pilarissa ja katon takaosassa on huomattavissa pieni virhe geometriassa, koska polygonit niillä alueilla varjostuvat oudosti. Todennäköisesti vain kaksi vertexiä samassa kohdassa, joka on helposti korjattavissa.

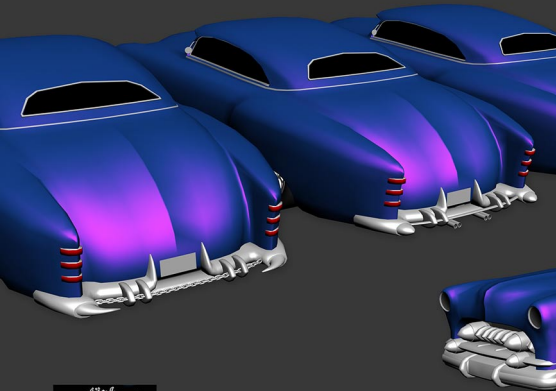






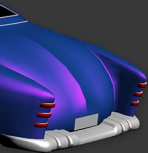






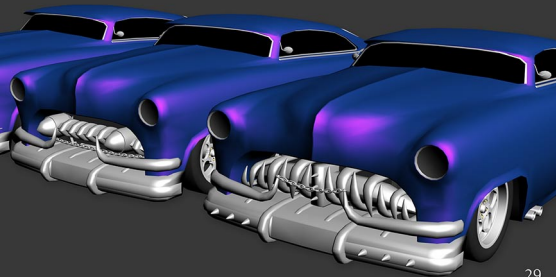
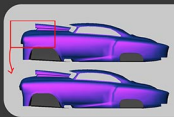
Hieman hullumpia variaatioita puskureihin. Piikkien sisällyttäminen auton yksityiskohtiin oli ollut mielessä projektin alusta asti, mutta ne eivät ole oikein sopineet aiemmin tavoittelemaani hillittyyn tyyliin. Lisää detalleja keksiessä ne tulivat jälleen mieleen.

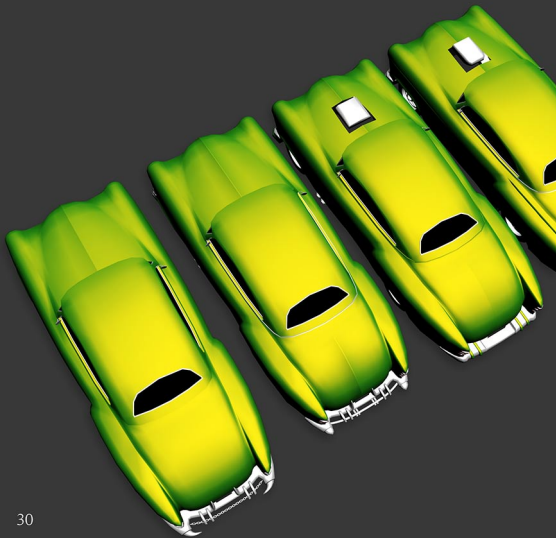
Kromisten piikkien kautta muistin myös Motörhead -rockyhtyeen estetiikan ja siitä tuli ketjukoristeinkin kokeileminen mieleen. Sen geometriaa täytyisi tosin karsia todella paljon, koska tuollaisenaan se olisi aivan liian raskas pelimoottorille.



Aluksi en pitänyt kabiinia kiertävästä kromirimasta, mutta vähitellen silmä tottui siihen ja erityisesti näiden hultumpien kromipuskurien kanssa se mielestäni näyttää hyvältä.

Maininnanarvoisia korimuutoksia tässä iteraatiossa ovat myös ilmanottoösterön poisto keulalta, konepeiton madallus sekä takaluukun keskilinjan pokaus. Oikealla palautteena saatu kuvamuokkaus keulan halutusta muodosta.





Kaksi vähemmän hullua variaatiota puskureihin edellisten Motorhead -puskurien lisäksi.

Kokeiltuna myös takalokarien päälle ja etupyörän kaaren yläpuolelle lisätyt evämuodot sekä blower konepeiton läpi.

Evien osalta kuitenkin päädyttiin siihen, etteivät ne sovi tämän automallin kauttaaltaan pyöreiden muotojen kanssa yhteen. Evät ovatkin vasta 50-luvun loppupuoliskon Amerikanrautojen tunnuspiirteitä.



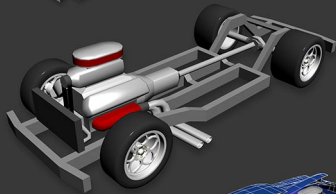
## VALMIS PROXY

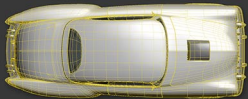
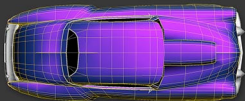
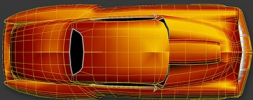
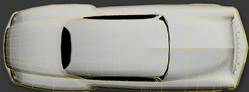
Kun auton muodot ja yksityiskohdat oli varmistettu Bugbearin päädyssä proxymalli lähti pelin julkaisijan lakiosaston tutkittavaksi. Tarkoituksena on varmistaa, ettei luotu malli muistuta liiaksi jotakin tiettyä oikean autovalmistajan mallia.

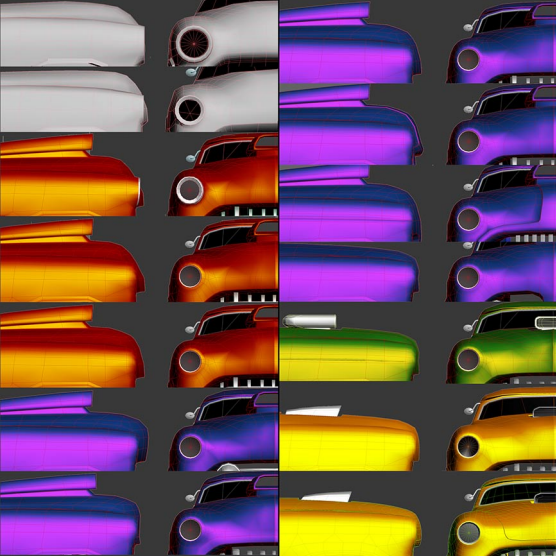
Sillä aikaa kun proxymalli oli tarkistuksessa, aloin mm. rakentamaan auton sisäosia.











## HIPOLYN MALLINNUS

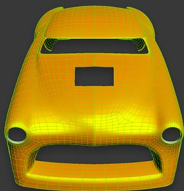
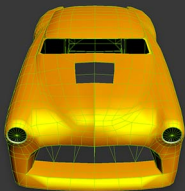
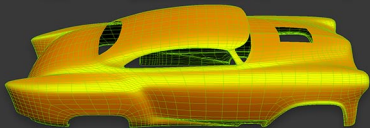
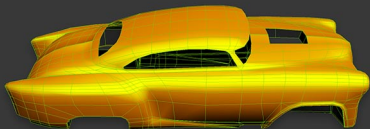
Malli kelpasi sellaisenaan ilman, että tarvitsee muutella mitään. Samalla muiden bonusautojen kanssa auton nimeksi varmistettiin nimi "Roadwolf".

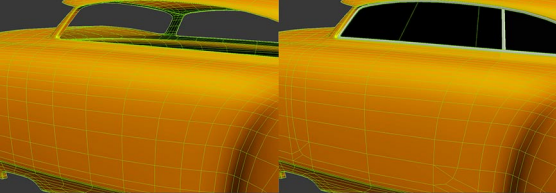
Seuraava vaihe on mallintaa proxyn pohjalta lopullinen, pelissä esiintyvä geometria sekä liittää auton moottori, sisusta ja muut edellisessä vaiheessa mallintamani kappaleet.

Pelin autot ovat täystarkkuudeltaan noin 30000 polygonia per auto, josta suurin osa on auton ulkopinnoissa sekä vanteissa. Annetuissa rajoissa pysyminen edellyttää geometriatarkkuuden hajauttamista eli mallintamaan suurimmat yksittäiset pinnat mahdollisimman yksinkertaisena geometriana säästäkään enemmän geometriaa teräviin pokkauksiin ja reunuksiin sekä alueisiin, joissa pinnat kaareutuvat useaan suuntaan. Tällaisia alueita ovat esimerkiksi konepeiton etureuna, etulokasuojien pokaus sekä perän muoto.

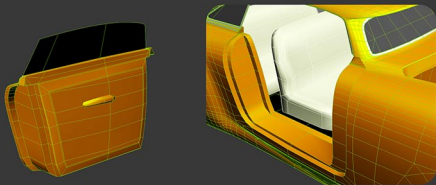
Katon, ovien sekä takaluukun mallintaminen onnistuu vähemmällä geometrialla. Silti, vaikka näiden osien geometriaa voisi karsia enemmänkin, kannatta pitää mielessä pelimoottorin säätölemä vaurionmallinnus. Käytännössä mitä enemmän geometriaa, sitä enemmän pelivaraa pelimoottorilla on muokata auton muotoa. Tämän johdosta esimerkiksi oviin tulee jättää hieman enemmän geometriaa kuin hyvän näköisen, ehjän oven mallintamiseen ylipäätään tarvitsisi.

Korin geometrian paranteluun otin avuksi 3dsMaxin turbosmooth-muuttujan. Viereisellä sivulla vertailuna proxymallin geometria ilman turbosmoothia ja sen kanssa. Turbosmooth-geometria on sellaisenaan pelikäyttöön liian tiheää ja siten pelimoottorissa käytettäväksi aivan liian raskasta joten geometrian karsiminen sopivissa paikoissa on seuraava vaihe. Pienet yksityiskohdat, joissa tarvitaan geometriaa, voidaan jättää turbosmoothiin jäljiltä lähes tällaisiksi. Pelimoottori laskee kaikki polygonit kolmioina, joten tietyissä paikoissa neliöiden ja muiden monikulmioiden leikkely ja yhdistely kolmioiksi on suositeltavaa laadukkaimman lopputuloksen saavuttamiseksi. Neliikulmiot ovat kuitenkin ihanteellisimpia geometrian yhtenäisyyden kannalta.





Hipolymalliin leikataan korinosien reunat. Ovet, konepeitto ja takaluukku irrotetaan korin geometriasta omiksi objekteiksi. Huomaa myös uudet ikkunoiden kehykset.



Korille ja sen osille mallinnetaan sisäpinnat. Korin ulkopinnan ja sisäpinnan välille luodaan viisteet (chamfer), jotta korinosien reunat erottuisivat pinnasta silloin kun ne ovat ehjinä paikoillaan.

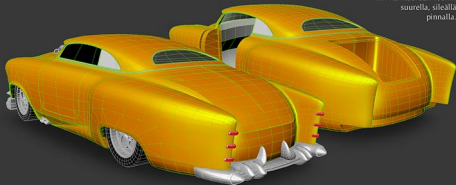


Kaikki koripaneelit ovat nyt erikseen ja geometriaa on edelleen vähennetty paikoista, joissa korkeammasta tarkkuudesta ei ole merkittävää hyötyä. Kuvissa etualalla uusi optimoitu geometria ja takalalla turbosmooth, mistä lähdin liikkeelle.



Aiemmin aloitettu sisusta on nyt mallinnettu valmiiksi ja liitetty auton geometriaan. Moottoritilan ja sen sisällön geometria on auton ulkopuoleen verrattuna huomattavasti karkeampaa, koska se ei näy pelaajalle niin usein tai kovin läheltä. Tärkeintä, että osat ovat siellä ja sisältävät tarpeeksi geometriaa ollakseen tunnistettavia ja uskottavia. Alusta, voimansiirto ja jousitus lisätty autoon ja kaikki tarvittava liitetty saumattomasti auton geometriaan. Auto on nyt kokonainen ja valmis pelimoottoriin siirrettäväksi.

Huomaa myös takaluukun levennys. Kun sen reunat ovat lähempänä lokasuojien muotoa, ne eivät pääse niin hallitsevaan rooliin suurella, sileällä pinnalla.



## UV MAPPING

Koska auton materiaaleja ja tekstuureja ei ole muokattu vielä, se näkyisi pelissä kokonaan yksityisriisenä. Seuraava vaihe on mallin UV-kartoitus sekä tekstuuriin tekeminen.

UV mapping, tai UV-kartoitus, tarkoittaa mallin geometrian avaamista kaksiulotteiseksi viivapiirroksiksi tekstuuriin tekemistä varten. Kartoitettavan alueen koosta ja muodosta riippuen siitä otetaan projektio suunnasta, josta valittu pinta on mahdollisimman selkeä eikä esimerkiksi kaksin kerroin. Jotta koko malli saataisiin kartoitettua selkeästi, projektioita on tehtävä lukuisia useista eri suunnista. Peliin tarvittavan auton kaikki pinnat on mapattava, mutta esimerkiksi sisäosien kaikkien pintojen projektion tarkka suunta ei ole niin tärkeä.

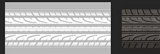
Pelikäytössä tekstuurikoot on edelleen pidettävä kevyinä, jotta muisti varmasti riittäisi kaikkien samanaikaisten pelitapahtumien ja ruudulla näkyvien mallien esittämiseen ongelmitta. Tämä asettaa rajat myös UV-kartan alueelle järjestettävien osien välille ja kaikki mahdolliset keinot säästää tilaa ovat suositeltavia. Ne osat, jotka eivät näy usein tai joiden tekstuuriissa ei tarvita paljon tarkkuutta, tulee pienentää UV-kartassa Symmetristen osien UV-puolikkaat kannattaa asetella päällekkäin. Tärkeintä on mapata kaikki pinnat, jotta ne voidaan tehokkaasti järjestellä UV-kartan alueelle ja että mallin jokaisella pinnalla näkyy vain se mitä on haluttu tekstuuriintiedostolla ilmaista.

Pelin autot käyttävät useita tekstuurikarttoja auton eri osaluueille. Eri karttoja on mm. auton ulkopinnalle, alustan ja moottorin osille, sisustalle, ikkunoille sekä valcoille ja useista näistä on eri versioita eri toiminnallisuuksien varalle. Näistä tekstuurikartoista määräytyy pinnan värisävyt ja graafiset yksityiskohdat. Kuvatiedostojen alpha-kanavan (A) arvoilla säädetään läpinäkyvyyttä. Poikkeuksena auton ulkopinnan alpha-kanavan säädöt, jolla säädetään maalipinnan efektiin näkyvyyttä. Maalipinnan värin ja sen asetukset pelimoottori hakee pelin sisäisestä tietopankista.

Kaikkille osille on myös olemassa ns-kartta, yksinomaan pelimoottorin käyttämä tiedosto. Se sisältää normaali-informaation kanavilla R ja G sekä heijastuvuuden ja kiillon säädöt kanavilla B ja A. Näillä säädöillä voidaan luoda illuusiota eri materiaaleista asettamalla kartalle mapatut osat heijastamaan valoa eri tavalla toisiinsa verrattuna.

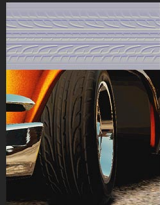
## NORMAL MAP

Normal mapeilla voidaan luoda lisää yksityiskohtia malliin, ilman että sen geometriin tarkkuutta tarvitsee nostaa.

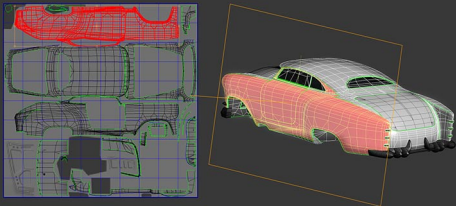


Yllä vasemmanpuoleinen kuva on Photoshopissa valokuvan perusteella tehty korkeuskartta renkaan kuvioinnista. Mitä vaaleampi arvo, sitä korkeammalla kyseinen alue tekstuuriissa on.

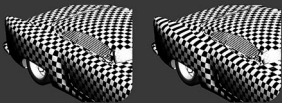
Sitä käyttäen on luotu normal map (alla), jonka tarkkuus on mustavalkoisen bump-karttaan verrattuna huomattavasti tarkempi. Ero on, että bumpissa arvot on vain ylös ja alas, kun normal mapissa muodot luodaan kunkin pikselin suunnan määräämisellä. Vertaa sivun 18 smoothing groupeihin, joissa vertexin suuntaa manipuloidaan. Vahvuus bumpiin verrattuna on, että korkeuserojen välille voidaan luoda enemmän tarkkuutta. Pelimoottori sävyttää normal mapin manipuloimaa aluetta arvan kuin siinä olisi geometriaa.







Ylläolevalla esimerkkinä auton kyljen projektiio. Vasemmalla sitä vastaava UV shell punaisella. Auton jokainen pinta ja pinta-kokonaisuus käydään tällä tavoin läpi ja järjestellään ne eri kartoille niiden käyttämän materiaalitunnisteen mukaisesti. 3dsMaxissa yhden materiaalin alle voidaan luoda useita tunnisteita, jotka käyttäytyvät itsenäisen materiaalin tavoin.



3d-ohjelmiin jos vakiintunut ruutukuvio on kätevä tapa tarkistaa UV-mappauksen laatu. Ruutujen tulisi olla neliöitä, tai ainakin hyvin lähellä sitä. Venymät ruutu tarkoittaa, että niillä kohdoin myös valmis tekstuuri tulee venymään. Joissain tapauksissa UV-kartan venymät eivät häiritse jos kyseiselle alueelle ei ole tarkoitus tehdä kuviointia tai jos venytyllä tekstuurilla saadaan aikaan haluttu ulkonäkö. Vaikka tämän auton ehjä kylki jäisikin yksiväriseksi maalipinnaksi, venymät näkyisivät vauriotekstuuris- sa. Se on auton ulkopinnan tekstuuriin versio, jonka pelimoottori ottaa käyttöön kun auton koriin tulee iskuja törmäyksistä ja sisältää normaalin tekstuuriin lisäksi naarmuja ja kulumisjälkiä. Yllä oikealla yhden projektion tulos, mutta venymien rakia tein toisen projektion kyljen yläpuolen osille suoraan ylhäältä päin. Lopputuloksena selkeästi parempi lopputulos. Yhdistin kahden projektion UV:t yhteen saumojen välttämiseksi. Saumojen yhdistämisellä varmistetaan, ettei tekstuurissa ja lopulta mallissa näkyisi projektioiden rajoja.

# TEKSTUROIINTI

## Auton korin teksturointi

Materiaalien ja niiden asetusten lisäksi suuri osa auton ulkonäöstä määritellään tekstuuritiedostojen avulla. Tämän aukeaman keskellä esimerkkejä auton ulkopinnan teksturoista. Vasemmallä yllimpänä (a1) ulkopinnan graafiset yksityiskohdat, kuten ovien tiivisteet ja lukot sekä konepeiton ja takaluokun sisäpinnan muotojen varjostus. Auton ulkopinnan UV-kartta sulautettu kuvaan oranssilla vertailun vuoksi.

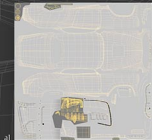
Kuva b1 on saman tiedoston A-kanava. Musta (0,0,0) alue päästää autolle määrätyn maalipinnan värin ja efektiin täysivaltaisena läpi eikä tekstuurikartta vaikuta ollenkaan. Valkoisella on ympäröity alueet, joihin maalipintaa ei haluta. Näitä alueita ovat tekstuuriin luodut graafiset yksityiskohdat sekä tämän auton kohdalla kromiosat. A-kanavan harmaasävyillä maalipinnan väri ja efekti sekoittuu tekstuurin kanssa.

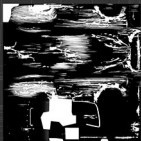
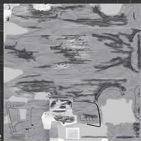
Tekstuurin ja sen alphanakanavan yhteistoiminnasta maininnan arvoista on myös reunanpehmennyksen (anti-aliasign) vaikutus. Esimerkkinä tiivisteet ja oven lukot, jotka ovat pieniä yksityiskohtia keskellä mapattua pintaa. Jotta mainitut yksityiskohdat näkyisivät, ne täytyy jäljennää alphanavalle valkoisina muotoina. Koska alphanavana toimii maskina, sen sävyn välinen reunanpehennys täytyy ottaa huomioon tekstuurissa ja luoda yksityiskohdille kunkin yksityiskohdan värinen reunus. Muutoin sekä alphanakanava että tekstuurin värisävyn reunanpehmennykset ovat päällekkäin luoden pelikuvassa maalipinnan ja yksityiskohdan välille harmaan sahalaidan.

Ns-kartan B-kanavaan (kuva c1) mustalla arvoilla merkityt alueet eivät heijasta peliympäristöstä ollenkaan. Pelimoottori lukee RGB-arvoja 250,250,250 kirrkaammat alueet kromiksi ja asettaa ne heijastamaan eniten.

Viereisellä sivulla samojen tekstuurien vaurioversiot. Teksturiin maalatut naarmat (a2) täytyy olla jäljennettyinä tarkasti samoihin kohtiin A-kanavassa (b2) sekä ns-kartassa jälleen reunanpehmennykset huomioon otettuna. Naarmujen osalta reunanpehennys ei ole ongelma, koska ne saavatkin hieman sekoitua maalipintaan. Oikealla alimmaisena ns-vauriokartan B-kanavan (kuva c2) ensimmäinen versio. Kirrkausta on laskettu, jotta vaurioitunut maalipinta ei heijastaisi yhtä voimakkaasti kuin ehjä maalipinta.

Viereisellä sivulla kuvankaappauksissa auton vauriotekstuurien ensimmäinen versio. Kromiosat ja maalipinta ovat selkeästi erilaisia, vaikka ne ovatkin samaa materiaalia. Auton ruttuinen ulkomuoto on yhdistelmä pelimoottorin geometrian muokkausta sekä ns-kartan normaali-informaatiota. Tämän ensimmäisen version tein rypistetyin paperin valokuvan pohjalta, mikä tosiaan näyttääkin juuri sita.

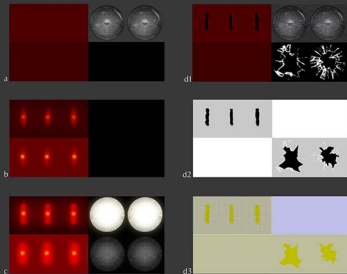




## Valojen teksturointi

Auton valot ovat yksittäisten osien tekstuureista monimutkaisimmat. Pohjimmaisena on valojen ulkonäkö kun ne ovat sammu-neina (kartta a). Kun auto on käynnissä, takavalot ottavat hehkunsa kartasta b ja etuvalot kartasta c. Jarrua painettaessa jarru-valot syttyvät kartalla c. Valojen kenno sekä lasi ovat mallissa erillisiä objekteja, joten ne on kartoitettu valokartalle eri kohtiin ja siksi valojen hehkuista on kartoissa kahdet kappaleet. Näin myös valojen lasihin voidaan luoda hehkuu. Ilman tekstuuriin maalattua informaatiota täysin läpinäkyvä lasi erottuisi pelikuvassa hyvin heikosti saaden valot näyttämään aivan kuin niissä ei olisi lasia ollenkaan. Valojen materiaali on pelimoottorissa myös määritelty siten, että mitä kirkkaampi väri tekstuuri on, sitä voi-makkaammin se hohtaa. Pelimoottori ottaa tämän huomioon ja vallitsevasta valaistuksesta riippuen korostaa hohtavia kohtia visuaalisella efektillä.

Kun valojen alueelle kohdistuu törmäys, kuvan d1 kartta tulee käyttöön ja ohittaa kaikki muut kartat. Kuva d2 on vauriokartan A-kanava ja d3 vauriokarttuneiden valojen ns-kartta, jossa sininen on kiiltävintä ja voimakkain kellanvihreä täysin kiiltämatöntä.





## KOHOATTUJA ONGELMIA



### Valojen geometria ja UV channel info

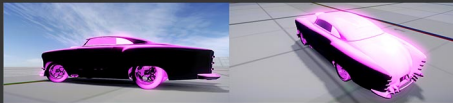
Aluksi oli liittynyt valojen lasin auton geometriaan ja usein kun auton kori vääntyi, valon heijastusosa liikkui eri määrän suhteessa auton koriin. Pelimoottori ei piirrä polygonien toista puolta, joten korin ja valon välistä näkyy hämmäntävästi läpi. Ongelma korjaantui kun liitin heijastusosan vertexit korin geometriaan ja jätin lasin erikseen.

Usein UV-mapattuun malliin tehtävät muutokset vaikuttavat UV mapin kanaviin tallentaen sinne ylimääräistä informaatiota. Pelissä ylimääräinen informaatio ilmenee tekstuuriin näkyminenä värin tai pintojen muhkuraisuutena. Sivun alareunassa vasemmalla auton korissa tarpeettoman kanavainformaation vaikutus. Alaoikealla informaatio poistettuna.

### Versionumerot, exportointi ja tietopankit

Kehitysprosessin aikana pelin versionumero vaihtuu tiheään tahtiin ja uudemmassa versiossa pelin ulkoasuissa tai toiminnassa saattaa olla muutoksia sekä aiemmin huomatu mahdolliset ohjelmistovirheet ovat ratkaistu. Siksi omassa Xbox360:ssä sijaitsevan pelin versio on hyvä päivittää uusimpaan säännöllisin väliajoin.





Erityisesti tekstuurien parissa työskennellessä on tärkeää tarkastella miltä se näyttää pelissä sen sijaan, että luottaisi vain 3dsMaxin ja Photoshopin näkymiin. Nähdäkseen tekstuurit pelissä, auto ja kaikki sen käyttämät tiedostot täytyy muutosten välillä kopioida Xbox360 -pelikonsoliin.

Eräässä tapauksessa koko auto muuttui pelissä hohtavan pinkiksi, vaikka 3dsMaxissa kaikki näytti olevan kunnossa ja tekstuurit sijaitsivat palvelimella siellä missä pitäkin. Mallien härski korostus johtuu yleensä siitä, että tekstuurit ovat kadoksissa tai että niiden tiedostopolkku 3dsMaxissa osoittaa väärään paikkaan. Tällä kertaa ongelma olikin käyttäjässä. Olin näet aiemmin työskennellyt pelin ympäristöjen parissa, joten käytiin sieltä tultua tapaa kopioida muutokset pelikonsoliin. Pelin autot kuitenkin päivitetään peliin hieman eri tavalla. Tekstuurit toimivat jälleen kun kopioin auton Xbox360:een uusien ohjeiden mukaisesti.

Automallin sisältämät objektit tulee toiminnallisuuden vuoksi luoda ensin pelin tietopankkiin. Jos tietopankista puuttuu dataa, pelimoottori ilmoittaa virheestä kirkkaan vihreällä korostuksella. Välillä korostus saattaa myös johtua ohjelmistovirheestä, mikä tapahtuu aika ajoin kun tekstuuritiedostoja kopioidaan Xbox360:een tiheään tahtiin. Käynnistämällä pelikonsolin uudelleen usein ratkaisee asian. Alla esimerkkinä kun tietopankista puuttui valoihin liittyvää dataa.



## LOWPOLY-MALLI

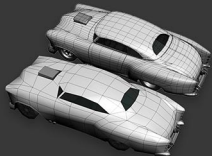
Jotta ruudunpäivitys pysyisi mahdollisimman tasaisena, pelin kaikista malleista tulee olla kevyempi geometrinen versio olemassa. Kun objekti on pelikamerasta kaukana, sen sisältämästä tarkkuudesta on vain haittaa. Tällöin pelimoottori vaihtaa korkean tarkkuuden mallin tilalle kevyen mallin, jota kutsutaan lod-malliksi (level of detail).

Pelin autojen lod-mallit ovat vain noin 1000 polygonia. Pelin täystarkkuuden autot ovat kymmeniä tuhansia polygoneja, joten lod-mallien luominen niiden pohjalta on aivan liian työlästä. Käivoin esiin viimeisimmän proxymallin (ks. s. 32), mistä aloin karsimaan geometriaa. Koska geometrian tarkkuus on niin alhainen, vain näkyvimmat yksityiskohdat, kuten puskurit, valot, moottorin konseptoin läpi näkyvä osa sekä pakoputket saivat jäädä mukaan. Nämä kaikki tietysti erittäin karsittuina.

Valmis lod-malli täytyy jälleen UV-mapata sekä järjestää UV-verkosto aiemmin tehtyyn tekstuuriin. Pantojen alhaisen lukumäärän ansiosta tämä vaihe käy huomattavasti nopeammin kuin aiemmin.

Jokaisesta autosta exportataan myös toinen tiedostoversio pelimoottorin käyttöön. Tämä tiedosto otetaan käyttöön kaikilla samanlaisilla autoilla, joita pelaaja ei aja. Eli tekoälyn ohjastamat sekä internetmonipeleissä muiden pelaajien Roadwolfoit näkyvät lokaalille pelaajalle tähän tiedostoon tallennetulla mallilla. Sisällöltään se on lähes sama pelaajan autoon kahdella eroavaisuudella. Ensinnäkin, lähietäisyydellä näytettävän täystarkkuuden mallin vanteiden geometriaa on kevennetty. Vanteet näkyvät sen verran pieninä ruudulla, että suurin osa pelaajista, jos ainutkaan, ei kiinnitä niiden geometrian tarkkuuteen suurempaa huomiota. Toinen ero on tekstuuritiedostojen koko, joka on tiedostokooltaan vain neljänneksen pelaajan auton tekstuurien tarkkuudesta.

Lowpolymallin ohella lisää mallinnustyötä vaati vaurionmallinnuksen avuksi luodut kappaleet. Ks. LIITE I.



Yllä lod-malli sekä vertailuna hipoly. Viereisellä sivulla low- ja hipoly -mallien välillä vaihtumiseen tarvittava etäisyys.





## VIIMEISTELY

Pelinkehityksen viimeisen parin kuukauden aikana pelin kaikki autot käytiin tarkasti läpi etsien graafisia epäjohtonmukaisuuksia autojen välillä sekä säätäen eri osien tekstuurikarttoja muuttuneiden valaistusasetusten jäljiltä sopivammiksi. Samalla erilaisten pikkuasioiden korjailu oli myös hyvin suotavaa. Pelin muiden autojen viimeistelyn ohessa löysin myös Roadwolfista korjailtavaa.

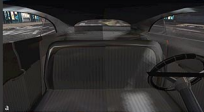
Laajimmat, pelin jokaiseen autoon kohdistuvat korjaukset koskivat sisustan kirkkautta ja kiiltoa. Joita sisustat erottuivat riittävästi pelikuvassa, sen tietopankissa sijaitsevan materiaalin kirkkautta nostettiin hieman. Tämä tarkoittaa sitä, että tekstuurien kirkkkaus täytyi säätää sen mukaisesti hieman tummemmaksi. Operaation tarkoitus oli nostaa erottelutarkkuutta tummemmissä sävyissä. Samalla sisustan kiiltoa ja heijastuvuutta säädettiin nähkäisemmän kiillon saavuttamiseksi.

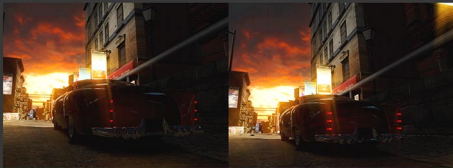
Muita pelin kaikkia autoja koskevia säätöjä olivat valojen hehkujen ja vauriotekstuuriin yksityiskohtien lisääminen sekä ikkunoiden kirkkautuksen ja niiden särötekstuuriin muokkaukset.

## Sisustan korjaukset ja säädöt

Sisustojen säätöjä tehdessäni havaitsin Roadwolfissa omituisen sävytysvirheen. Toinen puoli sisustasta oli vaaleampi kuin toinen, vaikka kummatkin puolet olivat UV-kartassa tarkasti sijoitettuna päällekkäin samaan kohtaan. Puolikkaiden väliset reunat eivät olleet ommeltuina toisiinsa, minkä takia olisi ollut helppo ymmärtää kuvassa a esiintyvä pieni hyppäys tekstuurissa puolikkaiden välillä muttei eroa kirkkauudessa.

Suurin eroavaisuus muiden autojen vastaavaan tiedostoon löytyikin sisustan ns-kartasta (b1). R ja B-kanavien arvot olivat huomattavasti tummempia B-kanavan ollessa vaaleampi. Muokkaamalla kanavat samoille kirkkausarvoille (b2) kuin muissa pelin autoissa ratkaisi sävyeron puolikkaiden välillä, mutta selitystä sille miksi puolikkaiden välillä ensinkään oli selkeä ero ja miksi se johtui ns-kartan arvoista tekstuurin sijaan, en saanut selville.





#### Valojen ja ikkunoiden säätö

Pieni muokkaus takavalojen hehkukaan (yllä vasemmalla). Takavalot loistavat nyt pienempinä joten ero jarruvalojen syttymiseen (yllä oikealla) on selkeämpi.



Ikkunoiden sirpaletekstuuria säätäessäni huomasin mallissa ikkunoihin liittyvän virheen. Kuvassa vasemmalla taka- ja sivuikkunat havaittavissa tummina muotoina. Tämä johtuu siitä, että ikkunan sisäpinta ja ulkopinta eivät olleet liitoksissa toisiinsa. Asia oli helposti korjattavissa bridge -työkalun avulla.

Lisäksi kaikkiin ikkunalaseihin oli vaihdettu tuulilasien materiaalitunniste. Kuten valloissakin, eri ikkunalaseille on määritetty oma materiaali id, jota pelimoottori tunnistaa ne erillisinä objekteina.

Huomaa myös rikkinalaisen etuvalon uusi vaurioteksturi.



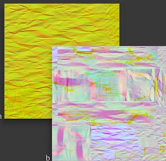
### Vauriotekstuuriin muokkaus

Edellisessä vauriotekstuurissa häiritsevä seikka oli se, että kromipuskurit eivät näyttäneet kromisilta kun ne olivat rutussa. Tämä johtui yksinkertaisesti siitä että vauriotekstuurin ns-kartan B-kanava oli niin tumma (ks. sivu 43 kuva c2). Kromiefektin saavuttamiseksi B-kanavan arvon tulee olla lähes täysin valkoinen. Kävin kirkastamassa kromiosille varatut alueet sekä tummensin muutamia naarmuja kohtiin, joihin kuvittelisin eniten osumia kohdistuvan ja joista kromiefekti hioutuisi tavallaan pois. Maalipinnan suuria, tummia naarmuja vähensin vielä tämän version jälkeekin.

Oikealla ulkopinnan vaurioiden vanha (a) ja uusi (b) ns-kartta.

Vanha kartta on ensimmäinen versio, jossa kromia tai maalipinnan heijastuvuutta en ollut vielä säätänyt tarkasti. Vertailuna uusi kartta on sinisempi, mikä tarkoittaa kauttaaltaan voimakkaampaa heijastuvuutta. Lisäksi siinä erottuvat selkeämmin kirkkaansiniset kromiosille varatut alueet. Suuri eroavaisuus myös normaali-informaation välillä. Uusi kartta ei enää näytä rypistetyitä paperilta, vaan on pehmeämpien taitostensa johdosta uskottavampaa ollakseen vääntyntyä metallia.

Ruutukaappaukset vanhalla kartalla sivulla 43 ja uudet sivulla 56.



# GALLERIA











## LOPPUSANAT

Kun aloitin työharjoittelun vuoden 2011 syksyllä, pelin tärkeimmät palaset olivat jo paikallaan mutta se tuntui, näytti ja kuulosti raakileiltä. Siitä lähtien pelinkehityksen viimeisen puolen vuoden aikana ulosanti hioiutui suurin harppauksin koko ajan paremmaksi ja onkin ollut allistuttavää kokemus seurata pelin kehitystä.

Autojen ulkonäön kanssa on tullut työskenneltää paljon aiemminkin ja omaan mielestäni hyvän käsityksen siitä mikä näyttää hyvältä ja toimivalta. Projektien tekeminen omaksi iloksi on tietysti huomattavasti erilaista kuin työn tekeminen jollekin tilaajalle. Se edellyttää joustavuutta ja yksittäisiin ideoihin ei kannata takerata liiaksi. Vaikka toki omaankin vahvat mielipiteet autojen ulkonäköön liittyen, en ole jäärapäinen luonne ja sen ansiosta sopeutuminen työryhmän jäseneksi on ollut oikeastaan aika helppoa.

Kohdatut vaikeudet ovatkin olleet enemmäkin teknisiä. Merkittävämpänä tietysti uuden 3d-ohjelman sekä Bugbearin omien kehitystyökalujen ja -menetelmien omaksuminen. 3dsMaxin opetteluun liittyen asiantuntevat ja avuliaat työkaverit autoivat todella paljon. Suunnittelun alkuvaiheessa kynän ja paperin parissa työskentely pitkän ajan jälkeen tuntui hieman hankalalta, mutta lähti sujumaan kun vain jatkoin viivojen piirtämisestä. Suunnittelun siirtyminen 3d-ohjelmaan olikin mieluisampaa luonnosten piirteilyyn verrattuna. Hankalaa mallintamisessa kuitenkin on vielä parhaan mahdollisen mallinnustavan keksiminen auton eri osa-alueille. Vaikka idea siitä miten muodon pitäisi mennä onkin vahvasti mielessä, idean muuttaminen laadukkaaksi polygoniverkoksi vaatii muutaman yrityksen ja erehdyksen. Puolen vuoden 3dsMax -käytön jälkeen olen päätyntä siihen, että se on selkeästi kätevämpi ohjelma verrattuna Mayaan, jota käytin aiemmin.

Näin jälkikäteen katsottuna olen erittäin tyytyväinen luomaani automalliin, vaikka se ei yksityiskohtiltaan enää vastaakaan sitä visiota, mikä minulla suunnittelun alkuvaiheessa oli. Lukuisien erilaisten versioiden mallintaminen oli työstä ja tuntui välillä päämäärättömältä kun ei voinut olla varma siitä mitä työn tilaaja oli tarkalleen hakemassa. Omassa työskentelytavassani tosin auttaa varsinkin 3d-autoihin liittyen, että kun pääsen vauhtiin, on vaikea lopettaa ennen kuin työn alla ollut osa tai kokonaisuus on tehty.

Ehdottomasti tärkein rooli suunnittelun apuna kuitenkin oli asiantuntevalta palauttella sekä muilta saaduilla ideoidilla. Välillä palautteen odottelu hieman katkaisi työskentelyä, koska mallinnasta ei kannattanut jatkaa pidemmälle ennen kuin sen hetkeiset uudet versiot oli käyty läpi. Suunnitteluani seuraavilla henkilöillä oli näet muitakin tehtäviä ja kiireitä omien päävastuualueidensa kanssa. Muutakin tehtäviä onneksi oli ja esimerkiksi odotellessa palautetta auton korista, saatiin kohdistaa huomioni auton muihin osa-alueisiin, kuten vanteisiin tai auttamaan pelin ympäristöjen elementtien työstä.

Opinnäytetyön ohella suunnittelin ja mallinsin peliin toisen auton. Työskentelin myös pelin muiden autojen graafisten detaliin ja toimivuuden parissa sekä laajensin tietämystäni ajoneuvoihin liittyvistä pelinkehitystyökaluista. Tästä eteenpäin pääpaino Bugbearilla työskentelyssäni tulee olemaan autojen ajettavuuden säätäminen sekä ulkonäön suunnitteluun osallistuminen mallintamisen jäädessä hieman pienempään rooliin.



## LÄHTEET

Cheetham, Craig (2004): *Custom Cars: classic customized street machines*. Grange Books, Kent, Iso-Britannia

Gahan, Andrew (2009): *3ds Max Modeling For Games: insider's guide to game character, vehicle and environment modeling*. Focal Press, Burlington, Massachusetts, USA

Gahan, Andrew (2011): *3D Automotive Modeling: an insider's guide to 3d car modeling and design for games and film*. Focal Press, Burlington, Massachusetts, USA

Taylor, Thom & Hallett, Lisa (2006): *How To Draw Cars Like a Pro 2nd Edition*. Motorbooks, St. Paul, Minnesota, USA

Keskustelut Bugbearilla toimitusjohtajan ja vehicle leadin kanssa. 2011-2012

Tucker, Kevin. 23.6.2009. Do You Remember Stunt Race FX?. Vierailtu 21.3.2012.  
Saatavilla osoitteessa: <http://spawnkill.com/2009/07/23/do-you-remember-stunt-race-fx/>

Grant, Craig M. 29.12.2010. Video Game Review Need For Speed Hot Pursuit. Vierailtu 22.3.2012.  
Saatavilla osoitteessa: [http://www.iamclosetgeek.com/2010\\_12\\_01\\_archive.html](http://www.iamclosetgeek.com/2010_12_01_archive.html)

### Referenssejä ja inspiraatiota:

Cheetham, Craig (2003): *Power Cars: high-performance machines*. Grange Books, Kent, Iso-Britannia

Sparke, Penny & (2002): *A Century of Car Design*. Octopus Publishing Group Ltd., Lontoo, Iso-Britannia

### Aiheeseen liittyvää lisätietoa:

Ahearn, Luke (2008): *3d game environments: Create professional 3d game worlds*. Elsevier, Oxford, Iso-Britannia

Huhtamaa, Leevi (2007): *Normal map -tekniikan käyttö 3d-mallinnuksessa*. Lahden ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Vierailtu 11.4.2012 Saatavilla osoitteessa: <http://publications.theseus.fi/handle/10024/11552>

Polycount.com (2012): *Normal Map: What is Normal Map?*. Vierailtu 11.4.2012.  
Saatavilla osoitteessa: <http://wiki.polycount.com/NormalMap>

Sanchez, João Diniz (2009): *The driving games manual: The ultimate guide to all car-based computer and video games*. Haynes Publishing, Somerset, Iso-Britannia

