

Tallinna Ülikool

Informaatika Instituut

HDR (*High Dynamic Range*)  
fototöötlusprogrammide võrdlus

Seminaritöö

Autor: Tiina Mõniste

Juhendaja: Kalle Kivi

Tallinn 2011

## Sisukord

Sisukord.....	2
Sissejuhatus .....	3
1 HDR fototöötamise tutvustus ja ajalugu .....	5
1.1 Tutvustus.....	5
1.2 Ajalugu.....	7
2 Tarkvara valimine .....	9
3 Kommertstarkvara (Adobe Photoshop CS5.1 Extended Edition).....	11
3.1 Tutvustus.....	11
3.2 Ajalugu.....	11
3.3 Kasutamine .....	13
4 Vabavara (Picturenaut 3.0).....	17
4.1 Tutvustus.....	17
4.2 Ajalugu.....	17
4.3 Kasutamine .....	17
5 Vabavara (FDRTools 2.4.0).....	22
5.1 Tutvustus.....	22
5.2 Ajalugu.....	22
5.3 Kasutamine .....	23
6 Programmide võrdlus .....	28
Kokkuvõte .....	31
Kasutatud kirjandus .....	32
Mõisted .....	34
LISAD .....	36
Lisa 1 – näidiste galerii.....	37

## Sissejuhatus

Seminaritöö teema on fototöötluste valdkonnast ja keskendub HDR (*High Dynamic Range*) tehnoloogiale, mis on viimase paari aastakümnega jõudsalt arenenud ja mille kasutajate arv pidevalt suureneb. Vaatamata sellele on eesti keeles siiani ilmunud HDR'i kohta vähe infot.

Seminaritöö peamiseks eesmärgiks on tutvustada HDR fototöötlust, võrrelda selleks kasutatavat kommertstarkvara ja vabavara ning luua eestikeelne materjal, millest oleks kasu HDR tehnoloogia huvilistele. Töö kirjutamisel ja eesmärkide saavutamisel peab autor eelkõige silmas käesoleva teemaga tutvuva kasutaja vajadusi. Samuti võib leida uut infot HDR töötluste alal kogunud fotohuviline, kes on siiani kasutanud mõnda programmi, mida ei ole antud töös käsitletud.

HDR'i üheks põhimõisteks on *dynamic range* ehk dünaamiline ulatus, mis näitab pildi kõige eredama ja kõige tumedama piirkonna valgustugevuste vahemikku. Suur dünaamiline ulatus näitab seega suurt valguskontrasti.

Kindlasti on fotograafia huvilistele tuttavad sellised kaadrid, kus taevas on helesinise asemel lumivalge või vastu valgust jäädvustatud kujutisel on inimesest saanud siluett. Kirjeldatu põhjuseks on see, et stseeni dünaamiline ulatus on suurem, kui kaamera suudab salvestada (Nightingale, 2009). Probleemi lahendamiseks on välja töötatud HDR tehnoloogia, mille eesmärgiks on suurte valguserinevustega stseene jäädvustada võimalikult realselt.

Seminaritöö eesmärkide saavutamiseks autor:

- tutvustab HDR tehnoloogiat ja selle ajalugu;
- valib võrdluseks välja tarkvara;
- testib ja analüüsib valitud programme, toob välja positiivsed ja negatiivsed punktid ning otsustab, millist varianti soovitada algajatele.

Seminaritöös võrreldakse omavahel kolme tarkvara: Adobe Photoshop CS5.1 Extended Edition (kommertstarkvara), Picturonaut 3.0 (vabavara) ja FDRTools Basic 2.4.0 (vabavara).

Esimeses peatükis, mis tutvustab HDR fototöötlust ja selle ajalugu, leiab vastused järgmistele küsimustele: Mis on HDR ja dünaamiline ulatus? Miks see vajalik on? Kuidas teha korralikke pilte HDR fototöötlusteks? Millal ja kes on tegelenud HDR tehnoloogia arendamisega?

Teises peatükis kirjeldatakse tarkvara valiku protsessi.

Kolmas peatükis annab ülevaate kommertstarkvarast – Adobe Photoshop.

Neljas ja viies peatükis annavad ülevaate vabavarast – Picturenaut ja FDRTools.

Kuues peatükis sisaldab programmide võrdlust, millest leiab vastused järgmistele küsimustele:  
Milles võidame ja kaotame? Kui suured on erinevused? Millist tarkvara lõpuks eelistada?

# 1 HDR fototöötuse tutvustus ja ajalugu

Peatüki esimeses osas seletatakse lahti vajalikud mõisted (HDR, dünaamiline ulatus jne) ning kirjeldatakse võimalusi heade HDR tulemuste saavutamiseks. Peatüki teises osas tutvustatakse HDR tehnoloogia ajalugu.

## 1.1 Tutvustus

Seminaritöö põhimõiste on HDR (*High Dynamic Range*) ehk suur dünaamiline ulatus. Lihtsalt selgitades, dünaamiline ulatus on kõige heledamate ja kõige tumedamate toonide vahemik. Mida suurem on toonide vahemik, seda suurem on dünaamiline ulatus. Seda mõõdetakse ekspositsiooniarvude ehk stoppidega (*EV – Exposure Value*), mis viitavad ava ja säriaja kombinatsioonidele, mis annavad sama särituse (Nightingale, 2009).

Ammustest aegadest on fotograafias olnud probleemiks, et inimsilma suutlikkus eristada heledaid ja tumedaid toone on suurema ulatusega kui fotoaparaadil. Igapäevases keskkonnas võib fotograaf sageli kokku puutuda olukorraga, kus keskkonna valgusdünaamiline vahemik võib ulatuda kuni suhteni 100 000 : 1, seega umbes 16,5 stoppi. Inimsilm suudab sellest haarata 10-14 stoppi juba üksnes muutumatu pupilliga. Arvestades siia juurde äärmiselt kiire ja nutika adapteerumisvõime, võib inimsilm hakkama saada koguni ligi 24-stopise valgusvahemikuga (Loide, 2008).

Paraku suudavad digitaalkaamerad salvestada vaid 5-9 stopilist dünaamilist ulatust. Kui stseeni valgusulatus on suurem kui 9 stoppi, siis ei ole ühtegi ava suuruse ja säriaja kombinatsiooni, mis lubaks jäädvustada originaalstseeni terve dünaamilise ulatuse (Nightingale, 2009).

HDR fototöötlus ongi välja arendatud, et jäädvustada stseen võimalikult reaalselt. Selleks tehakse komplekt pilte erineva säriajaga ja kombineeritakse need vastavas programmis üheks failiks. Nii on kõige tõenäolisem, et jäädvustatud saavad kõik detailid nii valguses kui ka varjudes.

HDR faili lõpptulemusega rahule jäämiseks peab juba stseeni jäädvustamisele palju tähelepanu pöörama. Selleks sobib kasutada ükskõik millist digitaalkaamerat, millel saab muuta säriaega. Objektiivi läbivat valguse hulka on võimalik muuta kolmel moel – säriaeg, ava suurus ja ISO (valgustundlikkus).

HDR fotode jaoks on otstarbekam kasutada säriaaja muutmist, kuna ava suuruse muutmisel muutub ka pildi teravussügavus ning ISO kõrgemaks muutmisel tekib rohkem müra (Nightingale, 2009).

Ideaalse HDR foto jäädvustamiseks tuleks:

- pildistada statiivilt, millele on leitud kindel koht;
- kasutada puldiga päästikut;
- kasutada 1-2 stopi suurust vahemikku;
- jäädvustada kõik kaadrid võimalikult kiiresti;
- jälgida, et stseenis ei oleks liikuvaid objekte;
- veenduda, et kõik detailid nii valguses kui ka varjudes oleksid jäädvustatud.

Kiireks pildistamiseks sobib automaatne särituse muutmise funktsioon, mida leidub juba paljudes peegel- ja kompaktkamerates, kuigi selle nimetus võib eri tootjatel olla erinev. Kõige levinum nimi on ilmselt AEB (*Auto Exposure Bracketing*), kuigi töö autor kasutab Nikon D80 digipeegelkaamerat, kus vastava režiimi nimetuseks on BKT (*Bracketing*). Kirjeldatud režiimi olemasolu kontrollimisel on abiks veebilehekülg „Auto Exposure Bracketing settings by camera model“, mille aadressi leiab kasutatud kirjanduse loetelust.

Kuna AEB ei olnud algselt mõeldud HDR fotode tegemiseks, vaid pigem kindlustamiseks, et vähemalt üks võte on võimalikult lähedal täiuslikule säritusele, siis ei luba mõned digitaalkaamerad teha piisavalt kaadreid sobiva säriaajaga, et saada HDR programmi jaoks piisavalt suure säriulatusega piltide komplekti. Seetõttu on oluline kaamera sätteid vaadates kontrollida AEB võimalusi, et teha kindlaks, kas vastav kaamera on sobiv HDR fotograafiaks (Auto Exposure Bracketing settings by camera model, 2011).

Kui BKT-le lisaks on sisse lülitatud sarivõtte funktsioon, siis on võimalik see sari teha ühe päästikuvajutusega.

Veel üks oluline faktor on kaadrite arv sekundis (*fps – frames per second; burst rate*), sest mida kiiremini tehtud kaadrid, seda vähem probleeme joondamise ja kummitusefektide eemaldamisega.

Järgnevalt toodud näide demonstreerib HDR fotograafia võimalusi. Esimesel pildil (Joonis 1.a) on näha tavaline motiiv, mille puhul kaamera ei suuda haarata terve orginaalistseeni dünaamilist ulatust ja fotole jääb paratamatult ülesäritatud (kohati valge) taevas. Teine pilt (Joonis 1.b) on genereeritud Photoshop'i *Merge to HDR* käskluse abil.



Joonis 1. Originaalfoto (a) ja Photoshop'iga genereeritud HDR pilt (b)

HDR fotograafiast veel selgema ettekujutuse loomiseks on toodud töö lisades (Lisa 1) näited originaalkaadritest ja lõpptulemustest.

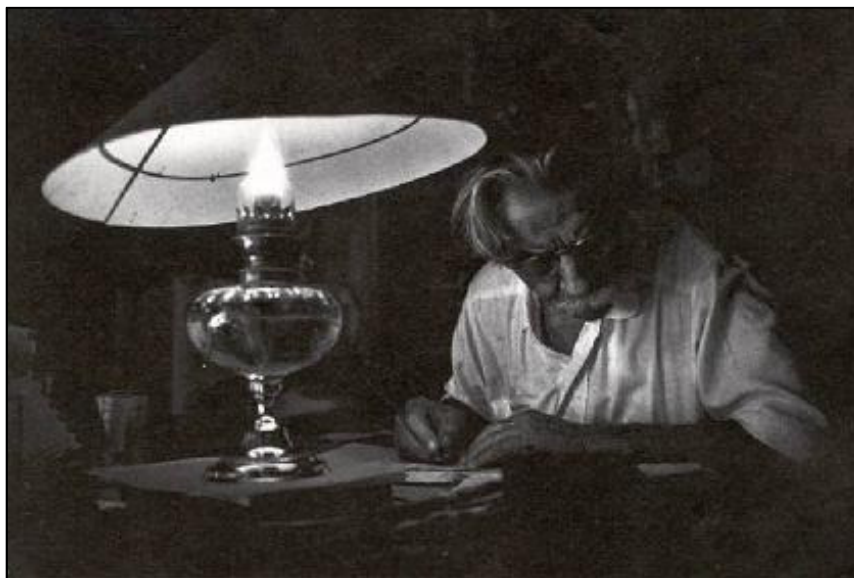
## 1.2 Ajalugu

1850. aastal tekkis esmakordselt idee kasutada mitut säritust Gustave Le Gray'l, kes soovis jäädvustada suurt kontrasti – täpsemalt merevaateid, kus oleksid näha nii meri kui ka taevas. Le Gray kasutas taeva jäädvustamiseks ühte negatiivi ja mere jäädvustamiseks teist negatiivi pikema säriaajaga, lõi negatiivid merepiiril pooleks ning kombineeris üheks pildiks (J. Paul Getty Trust, 2002).

1940ndatel arendas Charles Wyckoff laia dünaamilise ulatusega filmi, mille ta kombineeris kolmest kihist, igäiks erineva valgustundlikkusega. Ta kasutas seda tuumaplahvatuste pildistamiseks, mille tulemus ilmus 1940ndatel ajakirja Life esikaanel (Nightingale, 2009).

20. sajandi keskpaigas oli käsitsi värvitoonide vastendamisel iseäranis populaarne kasutada helestamise (ingl. k. *dodging*) ja tumestamise (ingl. k. *burning*) meetodeid – kujutisel valikuliselt suurendades või vähendades piirkonniti säritust, et tulemus oleks parema tonaalsusega. Suurepäraseks näiteks peetakse W. Eugene Smith'i 1954. aastal tehtud fotot „Schweitzer at the Lamp“ (Joonis 2) (Meyer, 2004). Selle tulemuse loomiseks kulus viis

päeva laboritööd, et taastoota pildi tonaalset vahemikku, mis ulatub eredast lambist tumedate varjudeni (Nightingale, 2009).



Joonis 2. „Schweitzer at the Lamp“

1985. aastal Gregory Ward'i poolt loodud *Radiance RGBE* oli esimene (ja on siiani enim kasutatav) failiformaat HDR tehnoloogias (Nightingale, 2009).

1988. aastal võttis Wyckoff'i põhimõttele patendi professor Y. Y. Zeevi Iisraelist, kelle juhtimisel arendati antud tehnoloogiat videokaamerate jaoks. 1993. aastal tutvustati sama meeskonna poolt esimest videokaamerat, mis suutis reaajas jäädvustada mitu kaadrit erineva säritusega, tootes niimoodi esimese HDR video (Sam, 2011).

1993. aastal lõi Steve Mann vastendatud tonaalsusega pildi, kasutades erineva säritusega digitaalfotosid. Idee oli lihtne – tee mitu erineva säriaajaga võtet, mis katavad valguse vahemiku ja kombineeri need üheks tervikuks, mis katab stseeni detailselt kõige eredamast alast kõige tumedamaalani (Nightingale, 2009).

1997. aastal tutvustas Paul Debevec avalikkusele erineva säritusega kaadrite üheks HDR failiks komplekteerimise tehnoloogiat (Sam, 2011).

2003. aastal väljastati esimene Photomatix'i versioon (Nightingale, 2009).

2004. aastal tuli välja esimene FDRTools versioon (Nightingale, 2009).

2005. aastal tuli Photoshop CS2 välja *Merge to HDR* funktsiooniga (Nightingale, 2009).



## 2 Tarkvara valimine

HDR fototötluseks on loodud väga palju erinevaid programme (Photomatix, Dynamic Photo HDR, FDRTools, Picturenaut, Luminance HDR, Qtpfsgui jne), mille hulgast valiku tegemine võib osutuda pikaks ja keeruliseks protsessiks. Kuna kõikide olemasolevate HDR programmide testimine ja analüüsimine on liiga ajamahukas ja seetõttu ebamõistlik, võrdleb autor kolme HDR programmi, millest üks on tasuline ja kaks tasuta.

Kommertstarkvaradest valis autor Adobe Photoshop CS5, kuna on selle varasema versiooniga (Photoshop CS4) tihedalt kokku puutunud ning tegemist on ühe tuntuma ja populaarsema fototötlusprogrammiga kutseliste fotograafide seas. Adobe Photoshop CS5 funktsioonist *Merge to HDR* saab lugeda kolmandast peatükist.

Vabavara leidmine ei kulgenud nii kiirelt ja sujuvalt. Esmalt katsetatud Photomatix 4.1 ja Dynamic Photo HDR 5.2.0 osutusid tegelikult tasulisteks. Tasuta programmi otsides tuleb olla tähelepanelik, et ei laetaks alla esmapilgul vabavarana tunduvat kommertstarkvara prooviversiooni, mis enamasti sisaldavad olulisi puuduseid, nt tähtajaline kasutamisoigus (nt 30 päeva), vesimärgid pildidel, piiratud funktsionaalsus jne.

Hea näide on Photomatix, mida saab küll tasuta kasutada, kuid lõpptulemusele jääb kolm „Photomatix“ tekstiga vesimärki (Joonis 3). Katsetajat need ehk ei segagi, kuid sooviga faile hiljem kasutada või välja trükkida, on vesimärgid takistuseks. Lahendus on tasuda 99 dollarit (75 eurot) ja programm endale ikkagi raha eest soetada.

Kuigi Photomatix jäi võrreldavatest programmidest välja, oli esmaste katsetuste põhjal mulje järgmine:

- programm on lihtne ja arusaadav;
- realistliku tulemuse saavutamine on aeganõudev protsess;
- esmases HDR fotograafia vaimustuses võivad vesimärgid jääda märkamatuks.

Peale mõningast katsetamist võtavad pildid tagasihoidlikuma kuju, kuid vesimärgid muutuvad silmale möödapääsmatuks. Iseenesest on Photomatix HDR töötlemiseks hea valik ja fotograafia foorumites soovitatakse seda üsna tihti. Siiski, leidub mitmeid vabavaralisi programme, mis pakuvad võrdväärseid võimalusi ilma vesimärkideta (nt Picturenaut ja FDRTools).



Joonis 3. Photomatix'i vesimärgid

Dynamic Photo HDR'i puhul sai kiiruga alla laetud täisversiooni asemel 30-päevane prooviversioon, mistõttu jäi esmalt mulje kui vabavarast. Siiski, maksumuse avastamisel jättis autor selle samuti võrdlusest välja, sest kommertstarkvara oli antud hetkel juba olemas (Photoshop). Sellest hoolimata sai Dynamic Photo HDR'i katsetatud. Programm osutus põgusa tutvuse järel pigem ebamugavaks, kuna ei sobitanud erineva positsiooniga kaadreid hästi kokku (neid, mis ei ole tehtud statiivilt ja fotoaparaati on vahepeal liigutatud) ning kokku sai sobitada korraga vaid kaks pilti, mis ei pruugi aga suure dünaamilise ulatuse puhul olla piisav.

Vabavaralistest programmidest võrdleb autor Picturenaut 3.0 ja FDRTools Basic 2.4.0, mis oma ülesehituselt ning funktsionaalsuselt on piisavalt erinevad huvitavaks võrdluseks. Täpsemalt võib nende kohta lugeda neljandast ja viiendast peatükist.

### **3 Kommertstarkvara (Adobe Photoshop CS5.1 Extended Edition)**

Antud peatüki esimene osa tutvustab Adobe Photoshop'i, teine osa selle ajalugu ja kolmas osa keskendub Adobe Photoshop CS5.1 Extended Edition'is HDR piltide töötlemise protsessile ja selle käigus saadud kogemustele.

#### **3.1 Tutvustus**

Kui arvutigraafikaga tegeleva inimese käest küsida, millist fototöötlusprogrammi ta eelistab, kõlab tihti vastuseks Photoshop, sest see on oma alal üks maailma populaarsemaid. Põhjuseks võib olla Adobe Photoshop'i üle 20-aastane kogemus, stabiilselt usaldusväärne kvaliteet, sobivus nii professionaalile kui ka algajale, lai funktsioonide valik, mugav kasutamine, lihtne korrektuuride tegemine, RAW failide töötlemise võimalus ja palju muud.

Kõige suuremaks miinuseks Adobe Photoshop CS5.1 Extended Edition'i juures on 999 dollari suurune hind, mis on ligikaudu 85% eestlase keskmisest brutokuupalgast (Adobe Systems Incorporated, 2011; Statistikaamet, 2011). Samuti võib fototöötlusega tutvuvale inimesele Photoshop esialgu üsna hirmuäratava mulje jätta, põhjuseks tohutu hulk funktsioone, mis kõik ootavad tundma õppimist. Kuid püsiva huviga kasutaja saab aja jooksul vajalikud meetodid selgeks.

#### **3.2 Ajalugu**

Photoshop'i eest peab tänama Knoll'ide perekonda Michiganist, USA-st. Glenn Knoll oli juba 1980ndatel fotograafia- ja tehnikahuviline. Huvid kandusid üle ta poegadele, Thomas ja John Knoll'ile, kes panid 1987. aastal aluse pilditöötlusprogrammide Display, mis mõned aastad hiljem hakkas kandma nime Adobe Photoshop.

Derrick Story koostas 2000. aasta veebruaris, kui täitis 10 aastat Adobe Photoshop 1.0 väljastamisest, ülevaate programmi ajaloost. Sama tegi Angela West 2010. aastal. Kahe eelmainitud ülevaate põhjal on koostatud järgnev kokkuvõte Photoshop'i ajaloost (Tabel 1).

Tabel 1. Kokkuvõte Photoshop'i ajaloost

Aasta	Versioon	Sündmus/versiooni uuendus
1987	-	Thomas Knoll alustas graafika alamprogrammide kirjutamist, mis ta samal aastal koos John'iga kombineeris rakenduseks Display.
1988	-	Display täiendatud versioon sai nimeks ImagePro.
1989	-	BarneyScan müüs rakendust koos slaidiskänneriga (umbes 200 koopiat). Samal aastal sai Adobe loa litsentsida programmi, mis nimetati Photoshop'iks. Algas 10-kuuline toote arendusprotsess.
1990	1.0 2.0	Veebruaris väljastati Photoshop'i esimene versioon ja sügisel juba järgmine. Mõlemad töötasid ainult Macintosh'i peal.
1994	3.0	Esimene Windows'i versioon (2.5) ja uuendatud 3.0 versioon, kuhu lisati kihtide funktsionaalsus.
1996	4.0	4.0 versioon – olulised tehnilised parandused.
1998	5.0	5.0 versiooni uueks osaks oli ajaloo paneel ( <i>History Palette</i> ) jpm.
2000	6.0	Lisati vektorkujutised jpm.
2001	Elements	Tänu Photoshop'i tööriistade kasvavale keerukusele väljastati Photoshop Elements, mis saavutas edu lihtsamat töötlust vajavate kasutajate seas.
2002	7.0	Uus versioon – lisatud korrektuuri tööriist ( <i>Healing Brush</i> ).
2003	CS (8.0)	CS (Creative Suite) versioon oli esimene, mis kasutas võltsimise ennetamise süsteemi (CDS ehk <i>counterfeit deterrence system</i> ) – tuvastas paberraha (dollareid) ja keeldus neid dubleerimast.
2005	CS2 (9.0)	Photoshop Elements'i populaarne punaste silmade eemaldamise tööriist leidis tee Photoshop'i põhifunktsioonide hulka. Samuti lisati <i>Merge to HDR</i> käsklus.
2007	CS3 (10.0)	Kiirem laadimine ja graafika optimeerimine mobiilsidevahendite jaoks.
2008	CS4 (11.0)	Sujuvam suurendamine ja üle pildi liikumine. Lisati <i>Masks and Adjustments</i> paneel, mis tegi maskidega töötamise lihtsamaks.

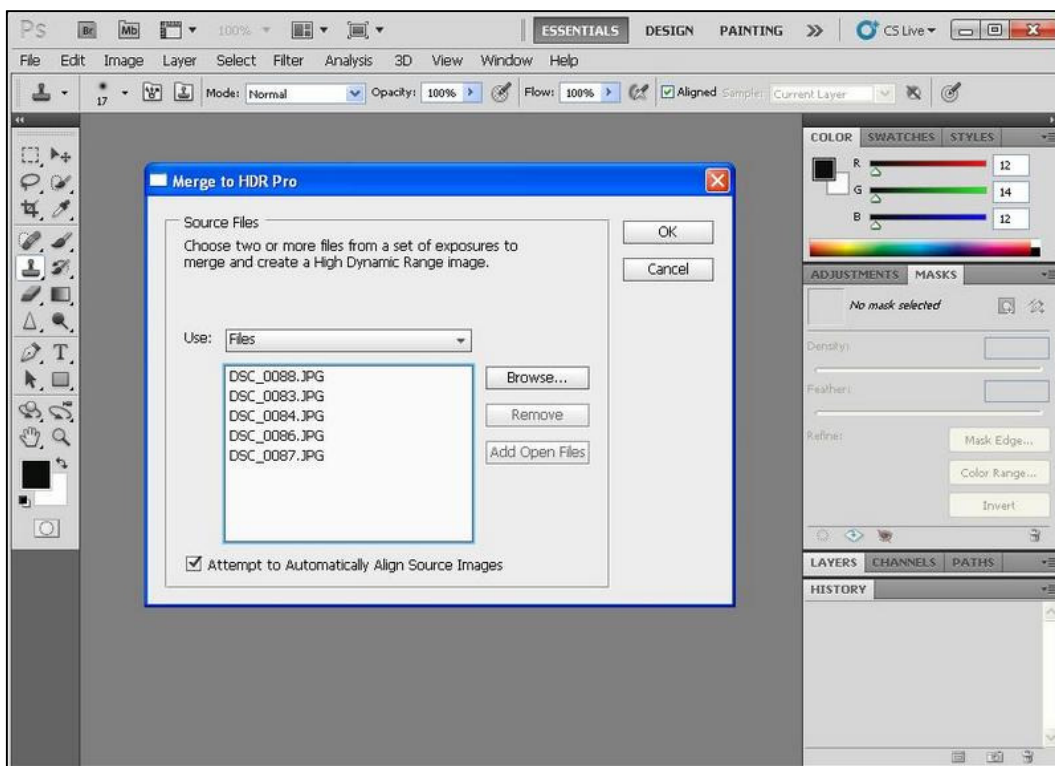
2010. aasta aprillis väljastati Adobe Photoshop CS5, mis oli esimene 64-bitine Photoshop tarbijatele, kuigi esimene väljalase oli mõeldud ainult Windows'ile ning Mac OS versioon jäi endiselt 32-bitiseks. Ühtlasi arendati HDR funktsioone (Adobe Systems Incorporated, 2010).

Hiljem on Adobe Photoshop CS5-te täiustatud ja väljastatud veel versioone (nt CS5.1, CS5.5). Üheks uuenduseks on Mac OS 64-bitine versioon.

### 3.3 Kasutamine

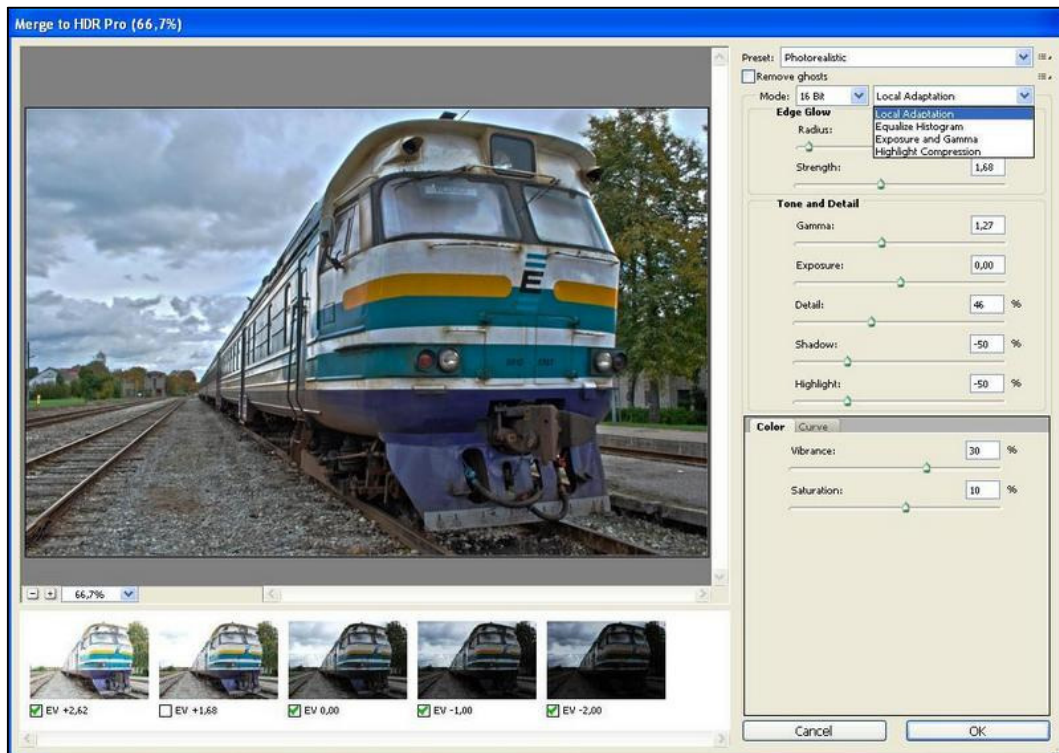
HDR kujutise loomine Photoshop'is on suhteliselt kerge protsess. Selleks tuleb minna *File -> Automate -> Merge to HDR Pro*. Avaneb aken (Joonis 4), kus on failide avamiseks kaks võimalust: *Browse* kaudu saab kataloogidest otsida ja lisada pilte ükshaaval, mitu korruga või isegi terve kausta. *Add Open Files* nupuvajutusega kasutatakse juba programmis avatud fotosid, mis on mugavam variant, kui on soov neid eelnevalt töödelda.

Liikumist sisaldavate stseenide puhul võib märgistada *Attempt to Automatically Align Source Images* ruudu, mis tähendab komplekti automaatset joondamist. Enamasti annab see funktsioon väga hea tulemuse. Seejärel *OK* vajutades läheb omajagu aega, et genereerida suure dünaamilise ulatusega pilt.



Joonis 4. Photoshop'i piltide avamise aken

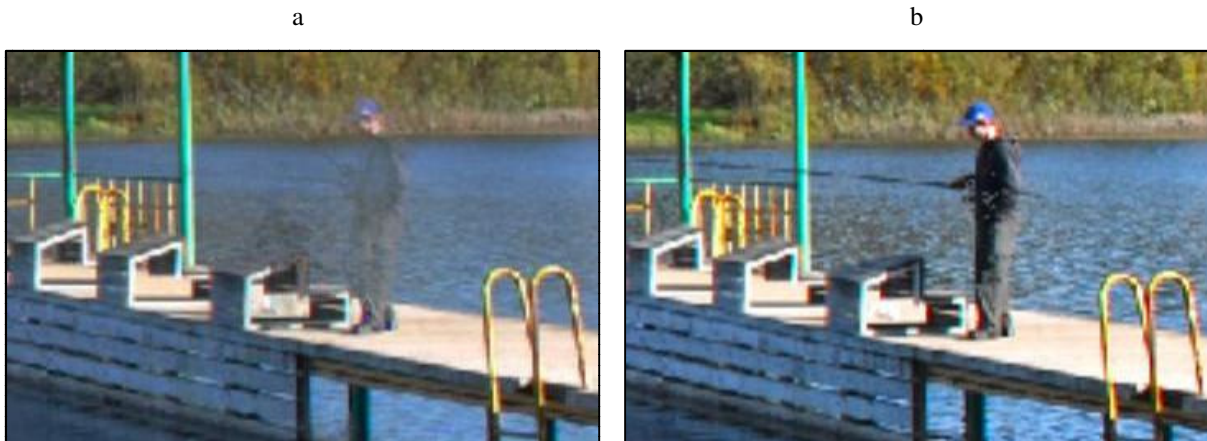
Järgmisena avanevas aknas leiab aset põhiosa töötlemisest (Joonis 5). Alustuseks, kui loodud fotot vaadates selgub, et mõni kaader ei sobi komplekti kõige paremini, siis sellest loobumiseks tuleb eemaldada märges akna alumisest äärest, vastava pisipildi eest. Siiski, see võib tekitada müra ja kahjustada lõpptulemuse kvaliteeti. Uurides, kuidas mõjutab ühe kaadri eemaldamine tervet kujutist, märkas autor selle keskel haihtuvat halo. Õnneks oli mõju ülejäänud pildile minimaalne ja halo sai koos sobimatu failiga eemaldatud. Seega on töö autori kogemus antud funktsionaalsusega positiivne.



Joonis 5. Photoshop'i HDR töötamise põhifunktsioonide aken

Teiseks, sätete ploki kõige ülemine rippmenüü *Preset* pakub kasutajale võimalust valida kolmeteistkümne Photoshop'i poolt eelmääratud sätetega variandi vahel. Antud funktsioonide üheks positiivseks omaduseks on see, et vajadusel saab neid sätteid ise muuta. Realistliku kujutise loomisel annab *Photorealistic* üsna mõistliku tulemuse, mistõttu sobib seda kasutada algajatel või kui HDR faili loomisega on kiire. Ülejäänud funktsioonid on suurepärased ebareaalsete kunstfotode jaoks.

Kolmandaks, rippmenüü *Preset* all asetseva märkeruudu *Remove ghosts* märgistamine tähendab, et programm üritab vähendada pildil olevat liikumist (Joonis 6.a) ja tuleb sellega edukalt toime (Joonis 6.b).



Joonis 6. Kummitusefektiga kujutis (a) ja Photoshop'i *Remove ghosts* funktsiooni tulemus (b)

Neljandaks, kasutaja saab valida kolme värvisügavuse (8-, 16- ja 32-bitine) ning nelja toonide vastendamise meetodi (*Local Adaption*, *Equalize Histogram*, *Exposure and Gamma* ja *Highlight Compression*) vahel. 32-bitise pildi puhul saab muuta vaid histogrammi, mistõttu jääb tulemus üsna piiratud dünaamilise ulatusega.

16- ja 8-bitise värvisügavuse puhul saab valida kõigi nelja toonide vastendamise meetodi vahel, kuid *Equalize Histogram* ja *Highlight Compression* on automaatsete sätetega, mida ise muuta ei saa. Esimene neist kahest, surub kokku terve HDR originaalfaili dünaamilise ulatuse, seejuures jäädvustades kontrasti ning kärpides varjude ja heledate alade detaile, mis nurjab erineva säritusega kaadrite tegemise eesmärgi. Teine meetod – *Highlight Compression* – surub kokku 32-bitise faili heledate alade detailid, et need mahuksid 16- või 8-bitise pildi heledusvahemikku, kuid see toodab üsna tumeda tulemuse (Nightingale, 2009).

David Nightingale väitel annavad *Local Adaption* ja *Exposure and Gamma* kõige parema tulemuse (2009). Autori arvamus ühtib selle väitega.

*Local Adaption* meetodi valimisel saab muuta täpselt samasid sätteid, mis kehtivad *Preset* rippmenüüs olevate variantide puhul. Esimeses ploki (*Edge Glow*) määratakse raadiuse ja tugevuse suhte järgi piirjoonte kuma. Plokis *Tone and Detail* muudetakse gammat, säritust, teravust ning varjude ja heledate alade detaile. Gamma korrektuuriks nimetatakse toimingut, mille korral seatakse kontrastsuse seadistused optimaalseks (Olympus, 2011). Kõige alumises ploki *Color* saab värve korrigeerida ning selle kõrvalaknast *Curve* leiab kasutaja histogrammi, millega muudetakse pildi tonaalsust. Joonel klikkides saab lisada uusi punkte ja histogrammi all olev märkeruut *Corner* lubab joont „murda“ ehk punkti liigutamisel ei liigu terve joon korraga, vaid kaks punktile kõige lähemat lõiku.

Valides *Exposure and Gamma* meetodi, saab muuta säritust ja gammat. Alustuseks tuleb *Exposure* liugurit liigutada vasakule nii palju, et stseeni kõige heledam punkt jääks mõistlikult tume. Seejärel tuleb pildi heledamaks muutmiseks liigutada *Gamma* liugurit paremale, kuni kõik alad on nähtavad (Joonis 7.a). Tulemus on tuhmi moega, kuid seda saab hiljem teiste Photoshop'i funktsioonidega parandada, näiteks menüüst *Image -> Adjustments -> Curves*. See on küll lisatöö, kuid nii dünaamiline ulatus kui ka värvid on paremad (Joonis 7.b).



Joonis 7. Photoshop'i *Exposure and Gamma* (a) ja *Curves* (b)

Seejärel OK nupule vajutades genereeritakse töödeldud HDR fail, mida saab salvestada erinevates formaatides (.psd, .jpg, .pdf, .raw, .png, .tif jne).

Kokkuvõtteks, Photoshop'i positiivsete omaduste hulka kuulub toonide vastendamise meetodite vahel liikudes eelnevate katsetuste salvestamine ehk *Local Adaption*'i puhul muudetud sätted on alles, kui vahepeal proovida näiteks *Exposure and Gamma*'t ning seejärel tulla tagasi *Local Adaption*'i juurde. Lisaks sellele annavad häid tulemusi fotode joondamine, kummitusefektide ja sobimatute failide eemaldamine.

Negatiivseks küljeks on see, et *Preset* rippmenüüs valikut muutes kustutatakse valitud sätted, kuid mõnele kasutajale võib see meeldida, sest nii saab originaalsätteid tagasi. Teiseks miinuseks on see, et ilma oma määratud sätteid kirja panemata, puudub võimalus heita pilk algselt genereeritud HDR pildile ja otsustada, kas jätkata sel hetkel määratud toonide vastendamise sätetega või alustada algusest.



## 4 Vabavara (Picturenaut 3.0)

Käesolev peatükk on jaotatud kolmeks alampeatükiks. Esimene osa tutvustab Picturenaut'i üldiselt, teine keskendub ajaloole ning kolmandas osas kirjeldatakse HDR fotode töötlemise protsessi Picturenaut'i versioonis 3.0 ja selle käigus saadud kogemusi.

### 4.1 Tutvustus

Picturenaut on vabavaraline fototöötlusprogramm, mis lubab kiiresti luua suure dünaamilise ulatusega pilte. Selle üheks tunnuseks on HDR piltide genereerimise mootor, mis toimib iseseisvalt, eraldi kasutajaliidesest (Santos, 2011). Peale iseseisva HDR failide genereerimise mootori, on Picturenaut'i tunnusteks sirgjooneline funktsionaalsus ja lihtne kasutajaliides (Bloch, 2007).

Picturenaut on loodud HDR Labs poolt ja töötab ainult Windows'i operatsioonisüsteemides. Programmi eesmärk on võimaldada paremate HDR piltide loomist, mis tähendab, et töötlemiseks läheb vaja kõrge kvaliteediga originaalfotosid. Seetõttu toetab Picturenaut RAW faile, mis on ühtlasi selle tarkvara üks parimaid omadusi (Steve's Digicams, 2011).

### 4.2 Ajalugu

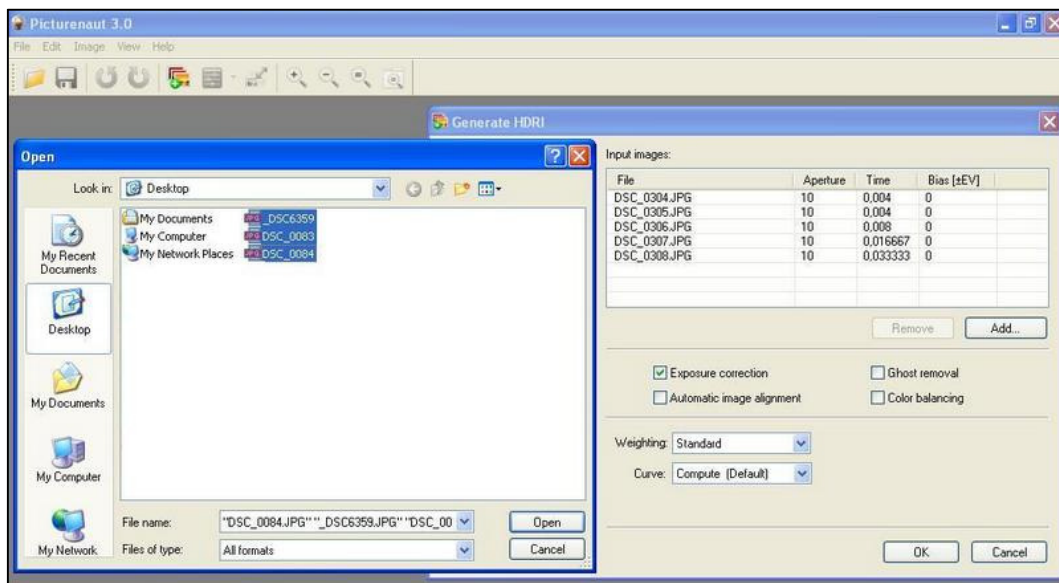
Picturenaut'i programmeerisid sakslased Marc Mehl ja Christian Bloch 2007. aastal. Esimene ametlik väljalase oli versioon 2.1, sest algselt arendati Picturenaut'i Saksa fotograafide siseringis ja testiti reaalsetes kasutustingimustes. Viimase nelja aasta jooksul on seda pidevalt edasi arendatud, arvestades kasutajate tagasisidet (Bloch, 2007).

Ajalugu on seotud Paul Debevec'i HDRSoft tarkvaraga. Picturenaut sisaldab mitmeid HDRSoft'i originaalalgoritme HDR piltide loomiseks ja toonide vastendamiseks, kasutades selleks „pluginaid“ (David, 2009). „Plugin“ (ingl. k. *plug-in*) on tarkvararakendus, mis võimaldab programmis kasutada lisafunktsioone.

### 4.3 Kasutamine

Picturenaut'i programm näeb esmapilgul väga lihtne välja – ei ole kümneid hirmutavaid aknaid ja tundub, et need vähesed funktsioonid saab kiiresti selgeks.

HDR kujutise loomiseks on üleval paneelil nupp *Generates a HDR image from bracket exposures*, mille vajutamisel avaneb aken *Generate HDRI*, kus *Add* nupuvajutusega saab arvutist otsida sobivad failid. Esimesel katsetamisel jäi mulje, et neid saab kaustast valida ainult ükshaaval, kuid teistkordsel katsetamisel õnnestus ka mitu faili korraga valida (*Ctrl* klahvi selekteerimise ajal all hoides). Picturenaut üllatas *Generate HDRI* aknas sellega, et iga pildi puhul kuvatakse avaarvu, säriaega ja stoppe (*EV*), kuigi viimane näitaja ei vastanud tõele (näitas iga kaadri puhul suurst 0) (Joonis 8).



Joonis 8. Picturenaut'i failide avamise aknad

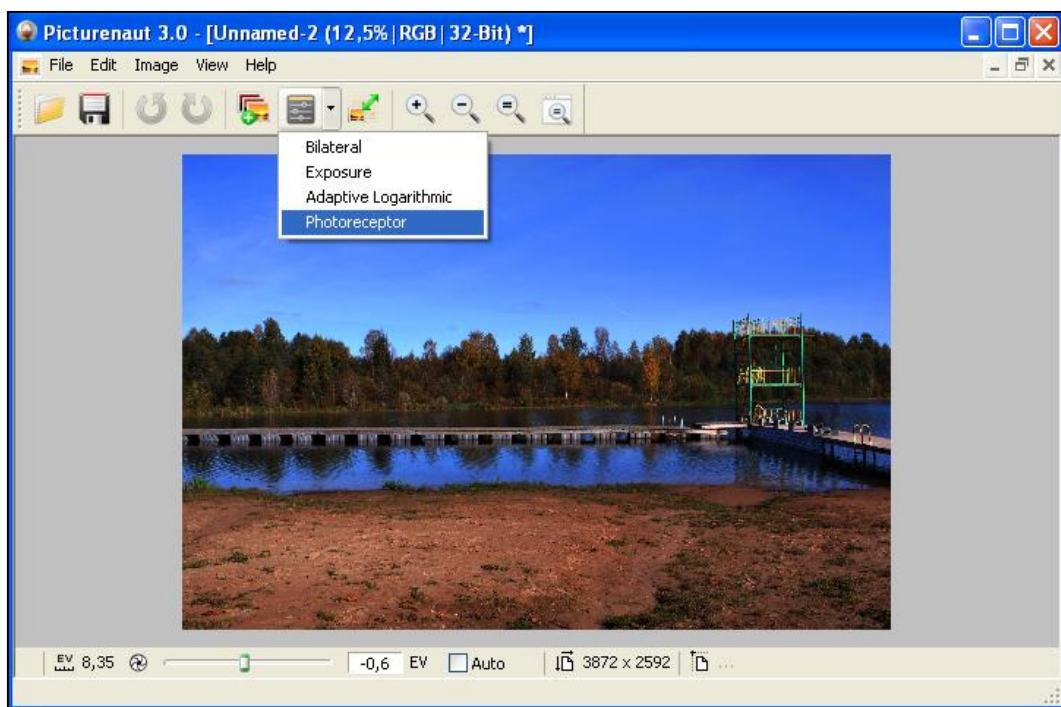
Samas aknas (*Generate HDRI*) saab kohe valida, kas soovitakse särituse korrigeerimist (*Exposure correction*), liikuvate objektide eemaldamist (*Ghost removal*), automaatset joondamist (*Automatic image alignment*) või värvide tasakaalustamist (*Color balancing*). Võib muidugi kõik ära märgistada ja loota, et tulemus on parem, kuid töö autor ei näe ühtegi head külge antud funktsioonide juures.

Variants *Exposure Correction* muudab ekspositsiooni arvu suurus, mida on võimalik üks samm hiljem ise muuta (ilmselt parema tulemuse saamiseks peab seda niikuinii tegema). *Ghost removal* – inimese liikumise puhul sooviks paremat tulemust (Joonis 9.a). *Automatic image alignment* – käest tehtud kaadritega ei toimi (Joonis 9.b) ning statiivilt tehtud piltide korral on vahe vaevumärgatav. Variant *Color balancing* ei kuva samuti silmnähtavaid erinevusi. Mida rohkem ruute märgistada, seda kauem läheb programmil aega HDR faili loomiseks. Aja kokkuhoidmiseks tasub enne *OK* vajutamist mõelda, milliste valikute ette „linnake“ teha.



Joonis 9. Picturenaut'i *Ghost removal* (a) ja *Automatic image alignment* (b) funktsioonide tulemused

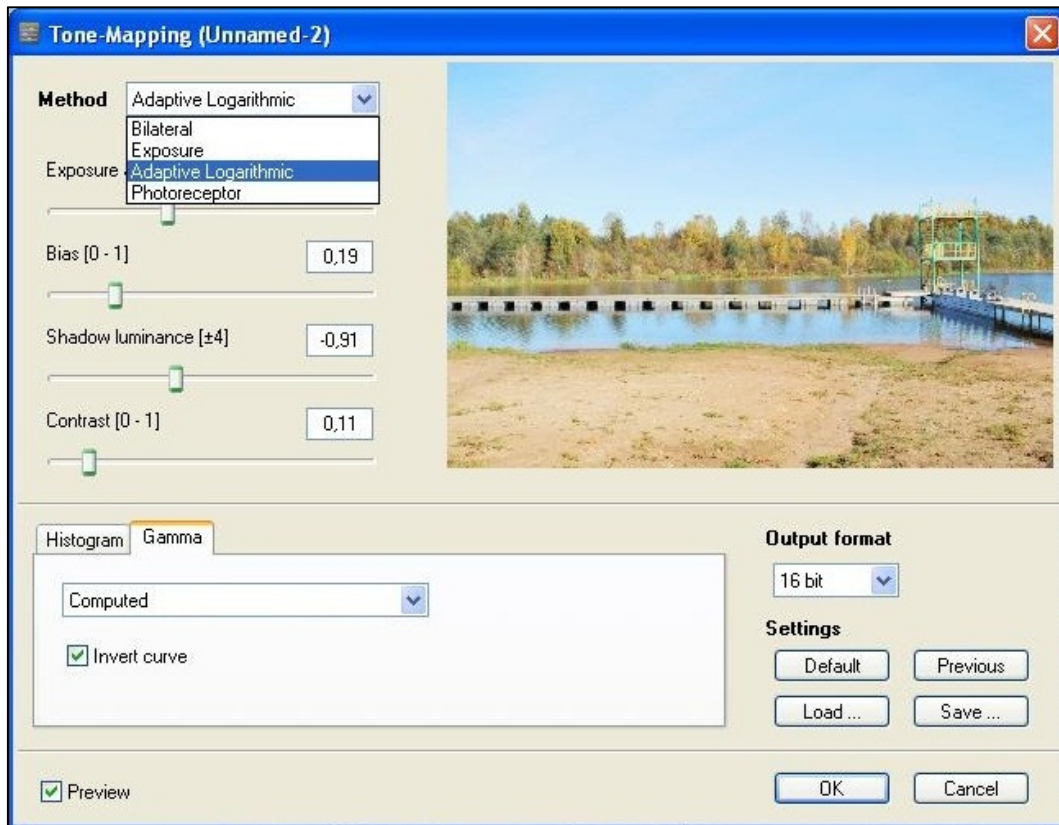
OK vajutamisel avatakse HDR fail tavalises Picturenaut'i aknas (Joonis 10), kus saab seda salvestada kahes formaadis: .tif ja .ppm. Põhiakna alumises ääres saab muuta pildi ekspositsiooniarvu ehk säritust, milleks võib kasutada ka *Auto* funktsiooni, kuid oma käega säritud tingimused on üldjuhul paremad.



Joonis 10. Picturenaut'i põhiaken

Edasi töötlemiseks on üleval nupp *Dynamic compression of a HDR image* (Joonis 10), mille vajutamisel avaneb *Tone-Mapping* aken (Joonis 11). Kasutaja saab valida nelja toonide vastendamise meetodi vahel: *Bilateral*, *Exposure*, *Adaptive Logarithmic* ja *Photoreceptor*.

Programmi positiivsete omaduste hulka kuulub see, et tagaplaanil olevad nupud toimivad endiselt, olenemata uue akna avatud olekust. Kasutajal on võimalik uusi faile avada, põhiakna suurust muuta, fotot suurendada jne. Pildi suurendamine on vajalik seetõttu, et muudatused kajastuvad kohe nii *Tone-Mapping* aknas kui ka põhiaknas, kuid *Tone-Mapping* akna suurust muuta ei saa. Seega, mida suurem kujutis põhiaknas, seda parem ülevaade muudatustest.



Joonis 11. Picturenaut'i *Tone-Mapping* aken

Valides *Bilateral* meetodi, saab muuta kontrasti ja toonide küllastust, kuid tulemus jääb suures plaanis, liigse teravustamise tõttu, üsna ebarealistlik (Joonis 12.a). *Exposure* võimaldab särituse muutmist ja kompenseerimist – tulemus on aga liiga kontrastne (Joonis 12.b).

*Adaptive Logarithmic* lubab kohandada säritust, varjude heledust ja kontrasti. Ilmselt kõige võõram nimetus käesolevas plokis on *Bias*, mis tähendab särituse kohandamist ja seda kasutatakse üle- või alasäritatud piltide puhul, et hoida alles nende teravust ja selgust (Carey, 2008). Kahjuks jätab *Adaptive Logarithmic* meetod tumedad alad liialt tuhmiks (Joonis 12.c).

Viimase valiku – *Photoreceptor* – puhul saab kohandada säritust, dünaamilist tihedust, toonide küllastust ja kontrasti ning nende võimalustega on reaalse tulemuse saavutamine kõige tõenäolisem (Joonis 12.d).



Joonis 12. Picturenaut'i *Bilateral* (a), *Exposure* (b), *Adaptive Logarithmic* (c) ja *Photoreceptor* (d) meetodite tulemused

Peale liugurite on *Tone-Mapping* aknas ka kuus nuppu ja üks märkeruut (Joonis 11): *Default* nupuvajutusega saab taastada algsätteid; *Previous* avab eelmised sätteid; *Load* abil saab laadida oma sätteid, aga selleks peavad need olema eelnevalt *Save* nupuvajutusega salvestatud; *OK* vajutamiselega kinnitatakse tol hetkel valitud sätteid ja *Cancel* tühistab pildi tonaalsuse muutmise. Viimaseks on *Preview* märkeruut, millest „linnukese“ eemaldamisel näeb algset faili ehk tonaalsuse muutmise sätteid ei kohandata põhiaknas nähtavale HDR originaalile.

Kokkuvõtteks, oletused Picturenaut'i lihtsuse kohta ei läinud päris täppi. Nimelt toonide vastendamise meetoditest arusaamisega oli üsna palju tööd, seetõttu nõudis reaalse välimusega HDR kujutise loomine omajagu aega. Kõik tulemused olid suhteliselt tumedad, kuid seda viga andis parandada mõne teise pilditöötlusprogrammiga. Üldiselt on Picturenaut algajale fototöötlejale hea abiline, kui on soov luua reaalse välimusega HDR faile.

## 5 Vabavara (FDRTools 2.4.0)

Käesolev peatükk on viimase seminaritöös võrreldava programmi – FDRTools – kohta. Peatüki esimeses osas on lühike tutvustus, teine osa toob lugejani FDRTools'i ajaloo ning viimases osas antakse ülevaade FDRTools 2.4.0 versioonis HDR pildi loomisel omandatud teadmistest.

### 5.1 Tutvustus

FDRTools on loodud spetsiaalselt HDR fototöötluks ning sellest on tehtud kaks varianti – FDRTools Basic ja FDRTools Advanced. Esimene neist on tasuta, teine tasuline. Seetõttu sisaldab Advanced ka rohkem meetodeid (*Separation, Creative, Compressor*) ja funktsioone (nt *Contrast, Smoothing*), mis on suureks abiks heade HDR piltide loomisel, kuid käesolevas töös analüüsitakse FDRTools Basic'i, sest see on vabavara.

Eriliseks teeb FDRTools'i see, et *HDRI Creation* ja *Tone Mapping* on iseseisvad operatsioonid ehk toonide vastendamise juurest saab astuda sammu võrra tagasi, HDR faili loomise sätete juurde. Teised seminaritöös võrreldavad programmid seda ei luba – peale toonide vastendamist piltide eraldi töötlemise juurde enam tagasi ei saa.

### 5.2 Ajalugu

FDRTools'i autoriks on Andreas Schömann ja AGS Technik. Esimene versioon väljastati 2004. aastal ja sellest alates on seda pidevalt edasi arendatud. Seminaritöös kasutatud versioon (FDRTools Basic 2.4.0) väljastati 24. jaanuaril 2011, kuid kõige uuem versioon 2.5.0 väljastati 5. oktoobril 2011.

Schömann'i eesmärgiks oli luua programm, mis lihtsustaks piltide kombineerimise ja toonide töötlemise protsessi, sest niimoodi on fotograafia veelgi lõbusam ja ei pea muretsema „õige“ särituse pärast, mis sageli osutub võimatuks. Andreas Schömann kirjeldab programmi algust vastuses töö autori e-kirjale järgmiselt (Schömann, 2011):

„2001. aastal avastasin enda jaoks panoraampildid, millest olin lummatud ja soovisin teada, kuidas neid tehakse. Sellest tulenevalt hakkasin ise panoraame looma, kasutades kaadrite kokku panemiseks H. Dersch'i Panorama Tools'i. See läks edukalt.

Siiski, avastasin probleemi valgusega: tihti olid mu piltidel üle- ja alasäritatud alad, mida ei õnnestunud vältida, sest päikesepaistelisel päeval 360° stseeni puhul jäid alati eredad kohad (päike, peegeldav metall jne) ja väga tumedad alad, mida mõlemat ei suutnud kaamera ühe säritusega täpselt jäädvustada.

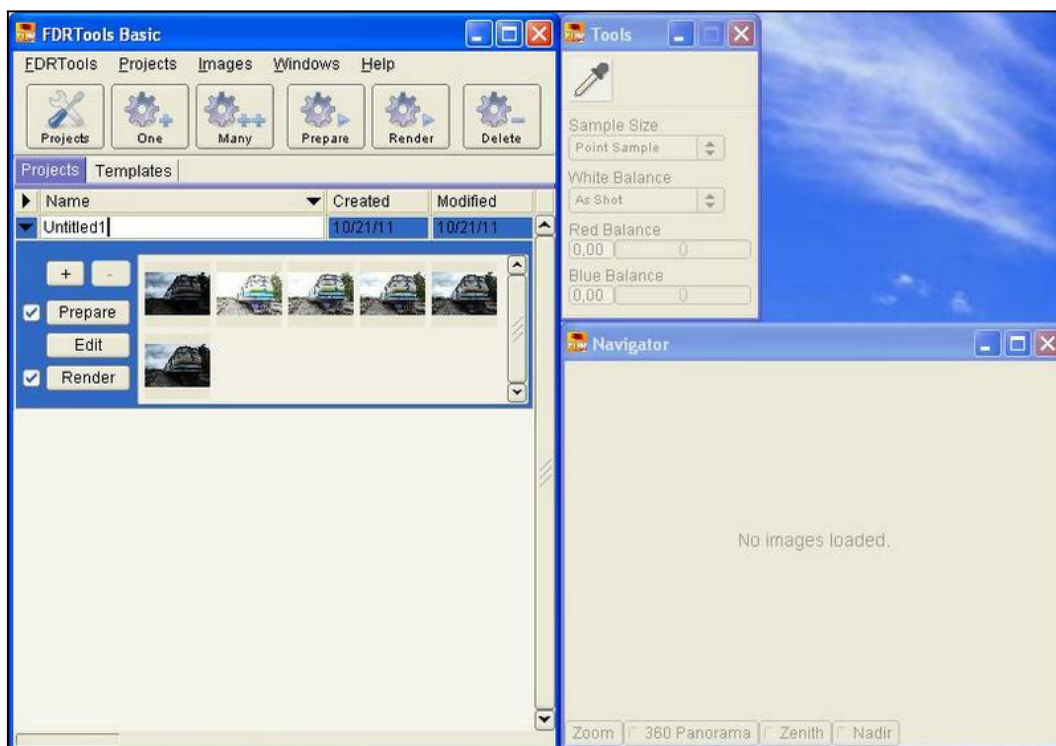
Ma taipasin, et digitaalkaamera piiratud dünaamiline ulatus oli selle põhjuseks ja mõtlesin teha erineva säritusega võtteid ja kombineerida need üheks kujutiseks suurema dünaamilise ulatusega, et probleem lahendada. Avastasin, et H. Dersch'i Panorama Tools programmi PTAverage tööriist tegi midagi sarnast, kuid mõnede oluliste piirangutega. Seega otsustasin kirjutada spetsiaalse tööriista. See oli FDRExposer'i alguseks. Sel ajal ma polnud kuulnud midagi „HDR imaging“ teemast.

Kui ma kirjutasin FDRExposer'i kohta H. Dersch'i Panorama Tools'i meililisti umbes aasta hiljem, siis käis seal suur arutelu HDR teema kohta. Ma õppisin sealt palju, hakkasin artikleid lugema ja mõistsin, et viimase kümnendi jooksul on antud teemal tehtud palju teaduslikku uurimustööd. See andis mulle palju inspiratsiooni ja ma alustasin enda tööd FDRCompressoriga.

Sellest ajast on asjad palju arenenud ning FDRExposer ja FDRCompressor ei eksisteeri enam eraldi programmidenä. Põhimõtteliselt on nad endiselt olemas, kuid praegu integreeritud rakenduse FDRTools moodulitena.“

### 5.3 Kasutamine

Esialgu näeb see programm väga kummaline ja ebamugav välja – avaneb kolm eraldi akent (*FDRTools Basic*, *Navigator* ja *Tools*), mida ei anna kuidagi omavahel kokku sobitada ning akende suuruse muutmine on samuti piiratud (Joonis 13). Lisaks nendele kolmele, on olemas ka neljas aken *Exif info*, mis kuvab informatsiooni kaamerast võetud pildi andmete kohta.



Joonis 13. FDRTools'i töölaue paigutus

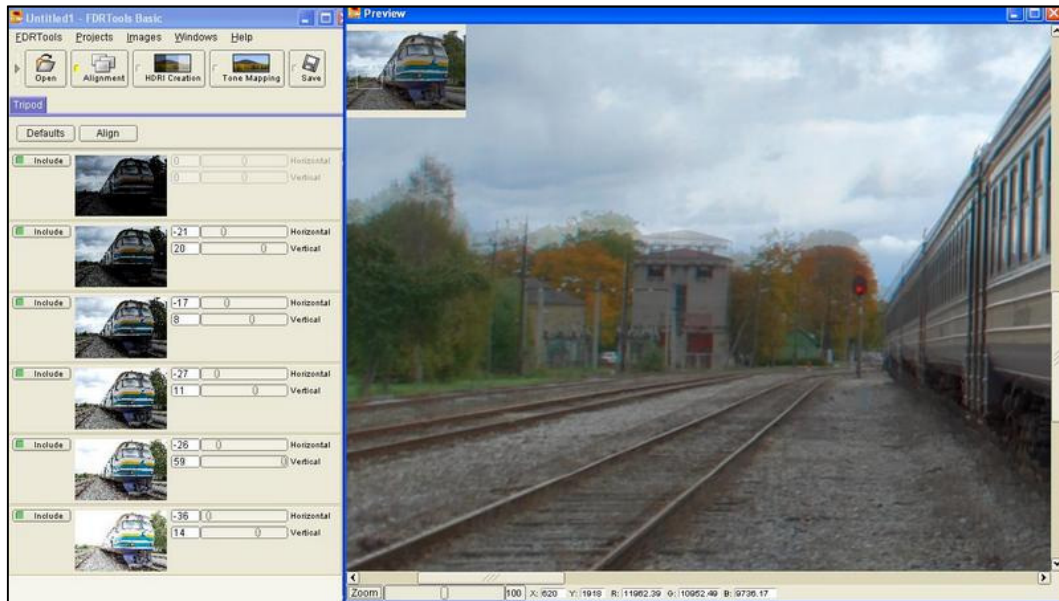
Kui aknad on kuidagimoodi sätitud, võib alustada HDR kujutise genereerimisega. Failide avamiseks tuleb leida nupp *One*, seejärel kaadrid välja valida ja vajutada *Open*. Projekt avaneb põhiaknas (*FDRTools Basic*) ning komplekteeritud fail kuvatakse *Navigator* aknas.

Huvitavaks lahenduseks FDRTools'i juures on see, et saab avada mitu fotode komplekti korraga (*Many* nupuvajutusega) ning neid kõiki kuvatakse põhiaknas, järjest koos pisipiltidega. Sellest hoolimata, töötlemine toimub ikkagi ükshaaval ja selleks tuleb vajutada vastava projekti juures *Edit* nupule, mille peale arvuti „ragistab“ natuke aega, enne kui ilmub nähtavale HDR kujutis. Teine hea lahendus on programmi sulgemisel kõikide avatud projektide salvestamine ning käivitamisel nende automaatne taasavamine.

Kasutajal tasub teada, et pildi suurendamiseks piisab *Preview* aknas ühest hiireklikist kohal, mida soovitakse lähemalt näha ning lähivaatest väljumine toimub täpselt samamoodi. Suurendatud kujutisel edasi-tagasi liikumiseks peab hiirt kasutades fotost „kinni võtma“ ja lohistama. Kui see mingil põhjusel ei õnnestu, siis võib liikumiseks kasutada ka äärtes olevaid liugureid või pisipilti üleval vasakul nurgas – soovitud kohal klikkides kuvatakse vastav osa pildist.



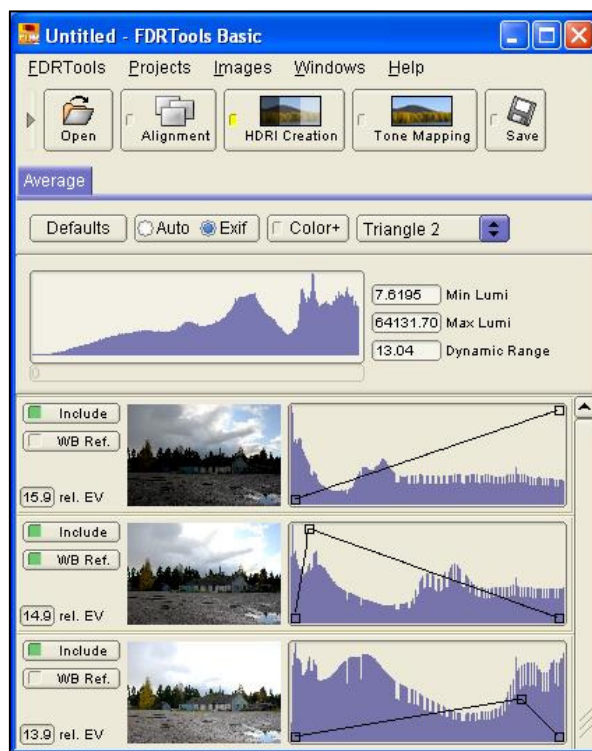
Järgmiseks sammuks on fotode töötlemine, mille puhul on abiks menüüriba all olev nuppude järjekord: *Open -> Alignment -> HDRI Creation -> Tone Mapping -> Save*. Esimese sammuga sai juba tutvutud. *Alignment* on piltide joondamiseks. Kui esmapilgul võib jääda mulje, et kõik kaadrid peab käsitsi joondama, siis tegelikult teeb *Align* nupule vajutades programm seda automaatselt, kuid suure liikumise korral jääb tulemus ikkagi väga kihiline (Joonis 14).



Joonis 14. FDRTools'i *Alignment* funktsiooni tulemus

Järgmiseks sammuks on *HDRI Creation* (Joonis 15). Funktsioonide selgitused:

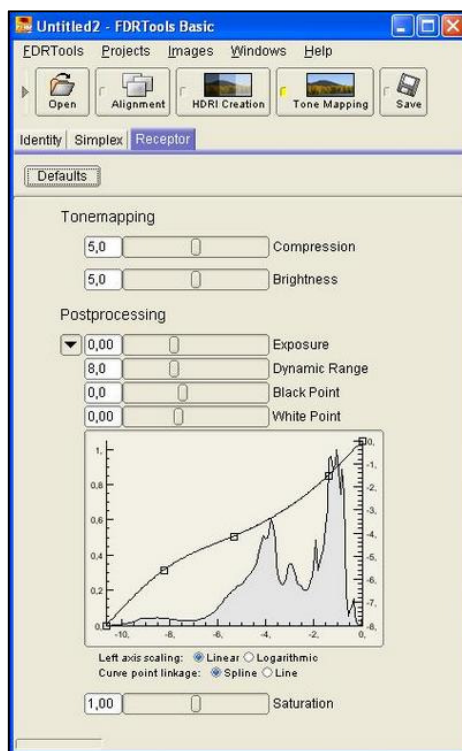
- *Defaults* taastab algsed parameetrid.
- *Auto* määrab automaatselt särituse.
- *Exif (Exposure Info)* määrab särituse digitaalkaamerast võetud andmete järgi.
- *Color+* rõhutab värve (.jpg failide puhul toimib, .raw-de puhul mitte).
- Rippmenüü *Weighting Curves* sisaldab programmi poolt eelmääratud sätetega variante (nt „Triangle 2“), mis mõjutavad toone ja kontrasti.
- Pispildi kõrval olev nupp *Include* eemaldab komplektist vastava kujutise.
- Pispildi kõrval olev nupp *WB Ref.* määrab foto, mille järgi reguleeritakse valgusbalanssi.
- Histogrammil *Intensity* joonele punkte lisades ja ümber asetades saab muuta terve foto kontrasti.



Joonis 15. FDRTools'i *HDRI Creation*

Autor leidis, et kõige efektiivsemaid tulemusi annavad *Defaults*, *Weighting Curves*, *Include* ja histogrammid. Esiteks, *Defaults* annab võimaluse uuesti alustada, kui sätete muutmisel ei saavutata soovitud tulemust. Teiseks, rippmenüüst võib leida üsna erinevaid tulemusi, mille hulgast saab kasutaja kõige meelepärasema välja valida. Kolmandaks, kui pildistamisel on, näiteks seitsmest võttest ühel, liikuv objekt kahe silma vahele jäänud, siis saab selle foto *Include* nupuvajutusega eemaldada ja seeläbi lõpptulemust parandada. Viimaseks, histogrammid annavad kõige suurema valikuvabaduse särituse muutmisel.

Eelviimane samm kannab nimetust *Tone Mapping* (Joonis 16) ja hõlmab kolme meetodit – *Identity*, *Simplex* ja *Receptor*. Esimene neist on kõige algelisem – saab kohendada vaid säritust. Teine ehk *Simplex*, võimaldab peale särituse muuta ka teisi parameetreid (*Dynamic Range*, *Black Point*, *White Point*, *Saturation*), kuid muudatused kajastuvad vaid kontrastis või toonide küllastuses. „Must punkt“ ja „Valge punkt“ määravad pildi kõige tumedama ja heledama koha. Viimane meetod, *Receptor*, on kahe funktsiooni võrra rikkam kui *Simplex*, kuid tulemus jääb praktiliselt samaks.



Joonis 16. FDRTools'i *Tone Mapping* aken (*Receptor* meetod)

Viimaseks sammuks on tulemuse salvestamine (*Save*), mida on võimalik teha üsna mitmes failiformaadis: *.hdr*/*.rgbe*, *.exr*, *.tif*, *.png*, *.ppm*, *.bmp* ja *.jpg*. Salvestamiseks tuleb klikkida *Browse*, valida soovitud formaat ja leida HDR pildile asukoht, trükkida nimi, vajutada nupule *OK* ning seejärel nupule *Save*.

Kokkuvõtteks, FDRTools'i heade omaduste hulka kuuluvad mitme fotode komplekti korruga avamine, seejuures nende automaatne jaotamine eraldi projektideks; projektide salvestamine ja tänu sellele automaatne taasavamine; ning esmapilgul keerulisena tunduva programmi põhisammude suhteliselt lühikese ajaga selgeks saamine. Halva omadusena võib välja tuua töölaua ebamugava paigutuse. Üldiselt sobib FDRTools Basic algajale suurepäraselt, kui on soov luua realistlikke pilte.

## 6 Programmide võrdlus

HDR pilditöötlustarkvara võrdlemisel tugines autor paarinädalase testimise käigus saadud kogemustele, mis näitasid, et ei ole olemas ideaalset programmi, sest lõpptulemus sõltub peale tarkvara ja kasutaja kogemuse ka originaalstseenist ja -fotodest.

Kõige paremaid tulemusi piltide joondamisel ja kummitusefektide eemaldamisel näitab Photoshop. Ühtlasi, arvestades Photoshop'i 20-aastast kogemust fototöötuse valdkonnas, on see kindlasti parim programm järeltöötuseks.

Picturenaut hiilgab kõige lihtsama kasutajaliidese ja operatsioonide järjestusega ning *Preview* nupuga, mis võimaldab – ilma sätteid eraldi kirja panemata – näha algset HDR pilti. Samuti on Picturenaut võrreldavast kolmikust ainus, mis lubab sätteid eraldi failina salvestada, kuigi FDRTools'is saab salvestada projekte ning nendega programmi taasavamisel edasi tegeleda.

Kõige sobivam programm algajatele on FDRTools, mille suurimateks plussideks on mitme fotode komplekti korruga avamine, kergesti saavutatav realistlik tulemus ja kiirus – kolmest programmist genereerib see HDR pildi kõige lühema ajaga. Samuti on heaks omaduseks originaalfailide eemaldamise funktsioon, kuigi seda võimaldab ka Photoshop.

Järgnevas tabelis (Tabel 2) on välja toodud mõned süsteeminõuded ning kasutajaliidese, funktsioonide ja salvestamise formaatide ülevaade.

Tabel 2. Programmide võrdlus

	<b>Adobe Photoshop CS5.1 Extended</b>	<b>Picturenaut 3.0</b>	<b>FDRTools Basic 2.4.0</b>
<b>Operatsioonisüsteem</b>	Windows Mac OS	Windows	Windows Mac OS
<b>Programmifaili suurus</b>	Windows 1.2 GB Mac OS 1 GB	Windows 2.32 MB	Windows 10 MB Mac OS 13 MB

<b>Töölaud</b>	Mugav kasutajaliides. Aknaid saab käepäraselt paigutada, kuid algaja ei oska ilmselt poolte akendega midagi peale hakata.	Väga lihtne kasutajaliides. Positiivne on see, et kui teine aken on avatud, saab ikkagi esimeses aknas toimetada.	Väga ebamugav kasutajaliides. Neli akent, mida ei saa hästi paigutada ning suuruste muutmine on samuti piiratud.
<b>Lihtsus ja operatsioonide järjekord</b>	Ilma abivahenditeta võib <i>Merge to HDR</i> käsklus leidmine osutuda raskeks, kuid ülejäänud sammud on arusaadavad. Järeltöötamise õppimine võib võtta rohkem aega, kui algse HDR töötamise puhul.	Väga sirgjooneline funktsionaalsus ja isegi esmakasutaja peaks sammude järjekorrast aru saama.	<i>One</i> ja <i>Many</i> võivad algul segadust tekitada, kuid kui pildid avatud ja <i>Edit</i> vajutatud, kuvatakse kõik sammud üleval menüüribal ning teistkordsel kasutamisel on kõik juba selge.
<b>HDR faili genereerimise aeg</b>	HDR faili genereerimisel „ragistab“ arvuti üsna pikalt.	Mida rohkem linnukesi, seda kauem mõtleb ehk mida paremad originaalfotod, seda kiirem HDR faili loomine.	Üsna kiire programm, kuid aegajalt suudab arvuti „kokku jooksutada“, kui erinevate projektidega kordamööda tegeleda.
<b>Piltide komplektist eemaldamine</b>	Jah, toonide vastendamise ajal, enne HDR pildi loomist.	Ei.	Jah, <i>HDRI Creation</i> ajal ehk enne toonide vastendamist, kuid alati saab toonide vastendamise juurest tagasi <i>HDRI Creation</i> 'i juurde tulla.
<b>Toonide vastendamise ajal originaalse HDR pildi nägemine</b>	Ei, ilma sätteid eraldi kirja panemata.	Jah, <i>Preview</i> märkeruudust märke eemaldamisel.	Ei, ilma sätteid eraldi kirja panemata.

<b>Sätete salvestamine</b>	Sätteid eraldi arvutisse salvestada pole võimalik, kuid need püsivad alles nelja toonide vastendamise meetodi vahel liikudes. Rippmenüüs valikut muutes aga taastatakse algsätted.	Sätteid saab eraldi failina arvutisse salvestada ning meetodite vahetamisel hoitakse muudetud sätted alles.	Sätteid eraldi arvutisse salvestada pole võimalik, kuid igat pooleliolevat piltide komplekti ehk projekti saab salvestada ning programmi avades on kõik eelnevalt valitud sätted alles.
<b><i>Ghosts removal</i></b>	Väga hea töö inimese liikumise puhul.	Suhteliselt kehv töö liikuva inimese puhul.	Ei.
<b><i>Image alignment</i></b>	Teeb piltide joendamisel suurepäraselt tööd nii väikese kui ka suure nihkega kaadrite puhul (olenemata kaamera nihkumise suunast).	Kõige kehvem tulemus võrreldavate programmide hulgas.	Statiivilt tehtud piltide joendamisel teeb programm suurepäraselt tööd. Käest tehtud võtete puhul saab hea tulemuse vaid siis, kui kaamera on liikunud horisontaalselt või vertikaalselt, kuid mitte ette- ja tahapoole.
<b>Salvestamise formaadid</b>	.psd, .psb, .cin, .dcm, .iff, .jpg, .pdf, .raw, .png, .pbm, .tif.	Ainult .tif ja .ppm.	.hdr/.rgbe, .exr, .tif, .png, .ppm, .bmp, .jpg.

## Kokkuvõte

Seminaritöö eesmärk oli võrrelda HDR fototöötlusprogramme ja luua nende kohta eestikeelne materjal algajatele, millest oleks abi sobiva tarkvara valimisel ja sellega tutvumisel. Eesmärgi saavutamiseks uuris autor kolme programmi nii teoorias kui ka praktikas. Neist igäüht sai põgusalt tutvustatud, kasutamiseks lühike juhend kirjutatud ning head ja halvad küljed välja toodud. Seejärel valmis peatükk kolme tarkvara võrdlusest, mille juures pidas autor üheks kõige olulisemaks näitajaks lõpptulemuse reaalsel välimust. Lõpuks sai otsustatud, milline neist võiks sobida kõige paremini algajale.

Kõigi käsitletud programmidega on võimalik genereerida korralikke HDR pilte, kuid lõpptulemus sõltub algest fotografeeritavast stseenist, originaalfotode kvaliteedist ja kasutaja poolt valitud sätetest. Näiteks käest tehtud võtete puhul eelistab töö autor Photoshop'i ja statiivilt tehtud võtete puhul FDRTools'i, kuid Picturenaut on kõige sõbralikum esmakasutaja suhtes.

Kuna kõik HDR pildid sõltuvad algest fotode komplektist, siis on väga raske otsustada vaid ühe programmi kasuks. Siiski, usub autor, et algajale sobib kõige paremini FDRTools, sest see on tasuta, selle kasutamise saab kiiresti selgeks ja realistlik tulemus ei nõua suurt pingutust.

## Kasutatud kirjandus

Adobe Systems Incorporated. (12. aprill 2010. a.). *Adobe Launches Photoshop CS5 and Photoshop CS5 Extended*. Kasutamise kuupäev: 12. oktoober 2011. a., allikas Adobe: <http://www.adobe.com/aboutadobe/pressroom/pressreleases/201004/041210AdobePhotoshopCS5.html>

Adobe Systems Incorporated. (2011). *Photoshop CS5 / Buying guide: Suite editions*. Kasutamise kuupäev: 12. oktoober 2011. a., allikas Adobe: <http://www.adobe.com/products/photoshop/buying-guide-suite-editions.html>

*Auto Exposure Bracketing settings by camera model*. (3. oktoober 2011. a.). Kasutamise kuupäev: 20. oktoober 2011. a., allikas <http://hdr-photography.com/aeb.html>

Bloch, C. (2007). *The HDRI Handbook: High Dynamic Range Imaging for Photographers and CG Artists*. Santa Barbara, CA: Rocky Nook Inc.

Carey, P. W. (8. november 2008. a.). *Using Exposure Bias To Improve Picture Detail*. Kasutamise kuupäev: 20. oktoober 2011. a., allikas Digital Photography School: <http://www.digital-photography-school.com/using-exposure-bias-to-improve-picture-detail>

David. (23. juuni 2009. a.). *Picturenaut Software*. Kasutamise kuupäev: 25. oktoober 2011. a., allikas Cambridge in Colour: <http://www.cambridgeincolour.com/forums/thread1807.htm>

J. Paul Getty Trust. (2002). *Gustave Le Gray, Photographer*. Kasutamise kuupäev: 5. oktoober 2011. a., allikas The J. Paul Getty Museum: [http://www.getty.edu/art/exhibitions/le\\_gray/](http://www.getty.edu/art/exhibitions/le_gray/)

Loide, J. (2008). Kuldvõtmeke: lühike sissejuhatus HDR-fotograafiasse. *CHEESE*, 72-77.

Meyer, J. (veebruar 2004. a.). *The Future of Digital Imaging - High Dynamic Range Photography*. Kasutamise kuupäev: 5. oktoober 2011. a., allikas Cybergrain: <http://www.cybergrain.com/tech/hdr/>

Nightingale, D. (2009). *Practical HDR: A complete guide to creating High Dynamic Range images with your digital SLR*. East Sussex, UK: ILEX Press.



Okonek, B. (2011). *Sample HDR photos processed with easyHDR PRO 2*. Kasutamise kuupäev: 3. november 2011. a., allikas easyHDR High Dynamic Range Image Processing Software: <http://www.easyhdr.com/examples.php>

Olympus. (2011). *Digitaalse fotograafia sõnastik*. Kasutamise kuupäev: 17. oktoober 2011. a., allikas Olympus: [http://www.olympus.ee/consumer/208\\_1008.htm](http://www.olympus.ee/consumer/208_1008.htm)

Sam. (21. veebruar 2011. a.). *History of HDR Photography*. Kasutamise kuupäev: 20. oktoober 2011. a., allikas Sam Digital Photography: <http://www.samdigitalphotography.com/2011/02/21/high-dynamic-range-imaging/>

Sammon, R. (2010). *Rick Sammon's HDR Photography Secrets for digital photographers*. Indianapolis, IN: Wiley Publishing, Inc.

Santos, E. (7. jaanuar 2011. a.). *A fast, powerful photo editor to create HDR compositions*. Kasutamise kuupäev: 12. oktoober 2011. a., allikas Softonic: <http://pictureaut.en.softonic.com/>

Schömann, A. (24. oktoober 2011. a.). FDRTools History. (T. Mõniste, Intervjueerija)

Statistikaamet. (30. august 2011. a.). *II kvartalis keskmine brutokuupalk tõusis, kuid reaalpalk jätkas langust*. Kasutamise kuupäev: 12. oktoober 2011. a., allikas Eesti Statistika: <http://www.stat.ee/49247>

Steve's Digicams. (2011). *Picturenaut Photography Software: FAQs*. Kasutamise kuupäev: 12. oktoober 2011. a., allikas Steve's Digicams: <http://www.steves-digicams.com/knowledge-center/how-tos/photo-software/picturenaut-photography-software-faqs.html>

Story, D. (18. veebruar 2000. a.). *From Darkroom to Desktop – How Photoshop Came to Light*. Kasutamise kuupäev: 12. oktoober 2011. a., allikas Story Photography: [http://www.storyphoto.com/multimedia/multimedia\\_photoshop.html](http://www.storyphoto.com/multimedia/multimedia_photoshop.html)

West, A. (1. veebruar 2010. a.). *20 years of Adobe Photoshop*. Kasutamise kuupäev: 12. oktoober 2011. a., allikas Webdesigner Depot: <http://www.webdesignerdepot.com/2010/02/20-years-of-adobe-photoshop/>

## Mõisted

**AEB (Auto Exposure Bracketing) e. BKT (Bracketing)** – automaatne särituse muutmise funktsioon, mis võimaldab teha erineva säritusega kaadreid (tavaliselt kolm: ala-, normaalne ja ülesäritus). Eri tootjatel võib kanda erinevat nimetust. Nt Canon kasutab nimetust AEB ja Nikon BKT.

**Alasäri** – kaader on liiga tume, varjualades on kujutis ilma detailideta.

**Ava** – juhitav seadis fotoobjektiivis. Selle abil muudetakse objektiivi läbiva valguse hulka. Ava suurust väljendab avaarv. Suurt ava väljendab numbriliselt väike avaarv (nt f/2.8), väikest ava aga suur number (nt f/16).

**Dünaamiline ulatus** – kõige heledamate ja kõige tumedamate toonide vahemik, mida mõõdetakse ekspositsiooniarvude ehk stoppidega.

**Ekspositsiooniarv e. stopp** – ava ja säriaja kombinatsioon, mis annab sama särituse. Inglise keeles *EV* ehk *Exposure Value*.

**Funktsioon** – ülesanne, kohustus, roll või toimingute jada, mis tuleb millelgi teha. Nt *Ghosts removal* (fototöötlusprogrammi funktsioon).

**HDR (High Dynamic Range)** – suur dünaamiline ulatus.

**Histogramm** – pildi toonide jaotust väljendav graafik.

**ISO (International Standardization Organization)** – Rahvusvaheline Standardiorganisatsioon ehk nende mõõtühikute süsteemi tähis. ISO on fotograafias kasutatav valgustundlikkuse tähis. Mida kõrgem on ISO väärtus, seda lühem saab samade valgusolude ja ava korral olla säriaeg. Kõrgemate ISO väärtuste puhul võib tekkida pildile rohkem müra.

**Kaader** – üksik fotokujutis filmilindil/mälukaardil, toormaterjal töötlemiseks.

**Kummitusefekt** – samast stseenist erineva säriajaga võtete tegemise jooksul liikunud objekt, mis HDR pildil kuvatakse udusena erinevates jäädvustatud asukohtades. Nt lind, inimene.

**Meetod** – plaanipärane toimimisviis eesmärgi saavutamiseks, nt *HDRI Creation* (töötlusmeetod). Meetod võib omakorda sisaldada meetodeid või funktsioone.

**Müra** – valgustundlikkuse suurenemisega kaasnev ebasoovitatavate väikeste täppide tekkimine ja pildi kvaliteedi halvenemine. Tulemus on eriti selgesti näha digifotode ühtlast tooni aladel.

**Piksel (*PICTure ELeмент*)** – pildipunkt, vähim digitaalse kujutise osa.

**Sensor** – kujutist jäädvustav digikaamera komponent; elektronseadis, mis muundab nähtava kujutise elektrilisteks signaalideks.

**Stseen** – pildistatav olukord.

**Säri e. säritus** – digitaalse sensori või filmimaterjali pinnale langeva valguse hulk. Säri moodustub säriaja ja ava suuruse kombinatsioonina.

**Säriaeg** – ajavahemik, mille vältel valgus langeb sensorile ja tekitab kujutise.

**Teravussügavus** – kaadri teravustamispunktist ees- ja tagapool olev teravalt kujutuv ala. Sõltub objektiivist (fookuskaugus, ava) ja teravustamise kaugusest. Arvväärtuselt suuremad avaarvud (nt  $f/22$ ) tekitavad suurema teravussügavuse kui väikesed (nt  $f/2.8$ ).

**Võte** – pildistamise protsessi osa, mille tulemuseks on kaader.

**Värvisügavus e. bitisügavus** – kujutise iga pildipunkti kirjeldamiseks kasutatav pikslite arv. Mida suurem on bitisügavus, seda rohkem on kujutisel võimalikke värvitoone: 1 bitt = mustvalge halltoonideta kujutis; 8 bitti = 256 värvi- või halltooni; 24 bitti = 16,7 miljonit värvitooni (nn fotorealistlikud värvid).

**Ülesäritamine** – kaader on liiga hele, heledates kohtades puuduvad detailid.

**LISAD**

## Lisa 1 – näidiste galerii

Bartłomiej Okonek'i HDR fototötluse näidis (Okonek, 2011):



Originaalkaader 1



Originaalkaader 2



Originaalkaader 3



HDR kujutis

Bartłomiej Okonek'i HDR fototöötuse näidis (Okonek, 2011):



Originaalkaader 1



Originaalkaader 2

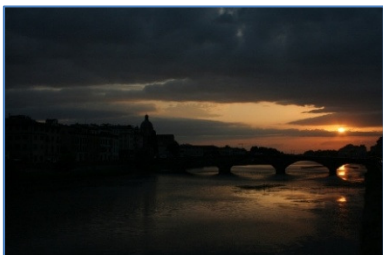


Originaalkaader 3

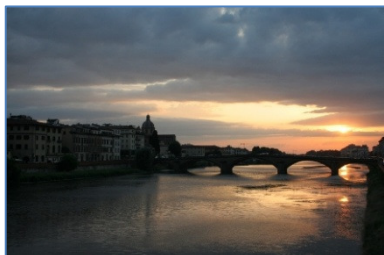


HDR kujutis

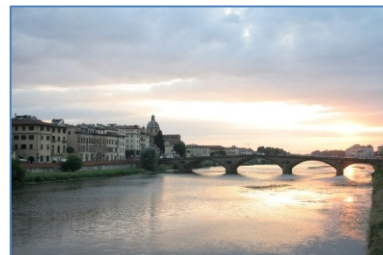
Bartłomiej Okonek'i HDR fototöötuse näidis (Okonek, 2011):



Originaalkaader 1



Originaalkaader 2

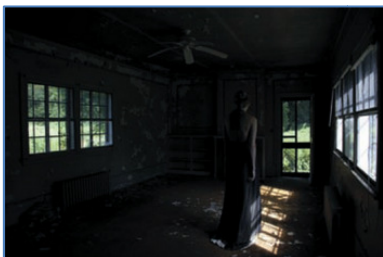


Originaalkaader 3



HDR kujutis

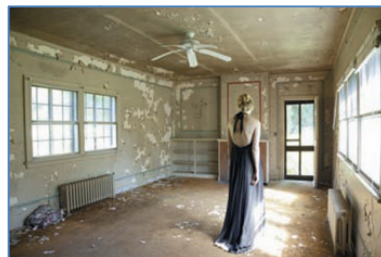
Rick Sammon'i HDR fototötluse näidis (Sammon, 2010):



Originaalkaader 1



Originaalkaader 2



Originaalkaader 3



HDR kujutis