

NORDNORSK
FARTØYVERNSENTER



DOKUMENTASJON AV FARTØY VED HJELP AV LASERSCANNING



30.12.2011

Rapport etter forsøksprosjekt med bruk av
laserscanning i fartøydokumentasjon

Dokumentasjon av fartøy ved hjelp av laserscanning

RAPPORT ETTER FORSØKSPROSJEKT MED BRUK AV LASERSCANNING I FARTØYDOKUMENTASJON.

Alle som har vært med på restaureringsarbeider vet hvor viktig dokumentasjonsarbeidet er - mange har gjerne en formening om at det aldri kan gjøres grundig nok.

NY TEKNOLOGI

Ved restaurering av fartøy er en avhengig av skikkelig dokumentasjon før evt. rivningsarbeider påbegynnes. Denne består gjerne av en del vesentlige mål, bilder og beskrivelser - et omfattende og tidkrevende arbeid om det skal gjøres skikkelig. Gjenstanders plassering i forhold til hverandre o.l. er av stor betydning for at fartøyet skal få et mest mulig autentisk preg etter restaureringen. Viktige mål kan lett forglemmes, og ved utstrakt riving kan en risikere å miste referanser som ble brukt under dokumentasjonen.

Ved Nordnorsk Fartøyvernssenter var flere medarbeidere interesserte i teknologiske nyvinninger, og hvordan disse kan hjelpe oss i hverdagen. Blant annet fikk vi lese hvordan NIKU hadde benyttet 3d-laserscanning til å dokumentere kulturhistoriske byggverk. Vi var veldig interesserte i å vite hvordan dette ville fungere som dokumentasjonsverktøy i fartøyvernssammenheng, men kunne ikke finne noen relevante prosjekter eller dokumenterte erfaringer i så måte. Vi kontaktet NIKU, og de mente det absolutt burde være mye å hente i denne teknologien. De poengterte imidlertid at utstyr og programvare er svært dyrt, og at kompetansen ikke «vokser på trær». Høyskolen i Narvik ble kontaktet for et evt. samarbeidsprosjekt siden de har brukt lignende teknologi, men hadde ikke passende utstyr tilgjengelig. Etter å ha sett spennende presentasjoner på «youtube», samt testet Leica TruView hvor en kan gå inn i objekter og ta ut mål direkte i nettleseren, bestemte vi oss likevel for at dette måtte prøves ut.

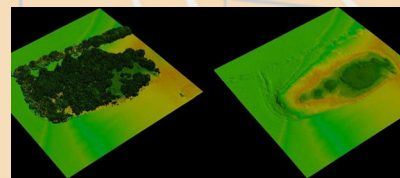
Det ble opprettet kontakt med firmaet «3D Verifier» som hadde skaffet seg en del erfaring innen offshore-industrien, og tilbød 3d-laserscanning og etterarbeid av dataene som modellering og cad-tegning. Firmaet var interessert i å tilby



3d-laserscanneren som ble benyttet. Her er den satt opp for testkjøring innendørs mens vi ventet på oppholdsvær.



Les mer om NIKUs bruk av laserscanning her:
<http://www.niku.no/no/arkeologi/laserscanning/>



Ved scanning fra fly kan arkeologer fjerne vegetasjon, og således avdekke evt. gravhauger og andre kulturminner.
http://www.niku.no/no/arkeologi/laserscanning/laserscanning_fra_fly/

Søk på «youtube» etter «laser +scanning»:
http://www.youtube.com/results?search_query=laser+scanning

tjenester innenfor kulturminnesektoren og gav oss en gunstig pris på scanning, samt ulike typer etterbehandling av data. Firmaet er basert i Oslo, men jobber over hele verden. Scanneroperatørene ble sendt fra Indonesia. Når først folk og utstyr ble fraktet til Norge anbefalte firmaet å scanne flere fartøy da selve scanneprosessen er relativt hurtig utført, og stykkprisen pr. objekt ville falle betraktelig.

Vi hadde flere fartøy hvor det var ønskelig å utarbeide oppmålingstegninger og dokumentasjon av bl.a. skrogfasongen. Spesielt var vi opptatt av MS Blonny. Dette var opprinnelig ei seilskøyte bygd på Rognan i 1907. Styrhuset var tidligere løftet av, og motor og innredninger fjernet for å få en best mulig tilstandsvurdering av skroget. Fartøyet er et potensielt tilbakeføringsprosjekt, om det lar seg finansiere. Det var derfor interessant å få utarbeidet linjetegning som historisk dokumentasjon, men også til hjelp for eventuell rekonstruksjon av den opprinnelige skøytehekk. Blonny vil trolig bli hugget dersom det ikke lar seg gjøre å finne midler til å føre den tilbake til seilskøyte.

Brottsjø er en 47 fots kutter bygd på Hemnesberget i 1936. Dette fartøyet er nettopp restaurert av Nordnorsk Fartøyvernssenter og laserscanningsprosjektet vil inngå som en del av prosjektdokumentasjonen. Siden all innredning, motor og utstyr er på plass, vil fartøyet egne seg for utprøving av programvare for måltaking av utstyr, innredning og komponenter som må demonteres under en restaureringsprosess.

Kutteren Fugløy er opprinnelig et jakteskrog fra 1877 som er under restaurering på slipp, og var interessant i sammenhengen fordi forholdene for scanning åpenbart ville by på utfordringer. Fugløy var omgitt av stillaser og annen støy, og vi var interesserte i å finne ut hvorvidt det lot seg gjøre å laserscanne under slike omstendigheter. Felles for alle fartøyene er at det ikke finnes linjetegninger. Dette er ønskelig å utarbeide for ethvert fartøyvernprosjekt, om man har tid og ressurser. Vi søkte Riksantikvaren om midler til å gjennomføre laserscanningsprosjekt.

Tradisjonell dokumentasjon

En god oppmålingstegning starter med ei grundig oppmåling av fartøyet, hvilket i seg selv er et nitidig arbeid. Skrogsiden deles opp i snitt, og en måler snittene ved hjelp av loddsnor eller laserwater og andre måleremedier. Mot fartøyets stevner deles det gjerne inn i mindre seksjoner for bedre å få med fasongen. Stevnenes og spunningens form måles fra loddlinjer i endene av fartøyet, og kjølenes bredde m.m. noteres. Tradisjonelt måles bare skrogets ene side opp, og



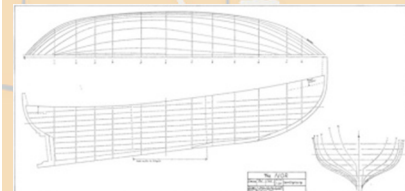
Shrinivas og Enda fra 3D Verifier diskuterer det videre arbeidet mens de venter på at scanneren skal bli ferdig. Her er det Brottsjø som scannes.



Enda Egan klargjør scanneren for en av scanneposisjonene rundt Blonny.



Forholdene rundt Fugløy var ikke optimale for scanning pga. stillaser og nagler i skroget.



Tradisjonell oppmålingstegning av motorskøyta Nor. Tegningen formidler fartøyets geometriske egenskaper til en viss grad, men vanligvis bare fartøyets ene side. Ulik tegne- og måle-praksis kan være forvirrende.

først når et tilstrekkelig antall målinger (omlag 300-350 på en seksti-fots skøyte) er tatt, har en grunnlag for å gå i gang med tegningene, oppmåling av arrangement og innredning kommer i tillegg. Tegningen er et minst like omfattende arbeid som oppmålingen. Skissene tegnes fra tre sider, grunnriss, oppriss og spanteriss. Disse kladdes gjerne først på millimeterpapir før de føres over på tegnefolie el.lign med tusj. Nevnte eksempel tok omlag 90-95 timer fra oppmåling til ferdig oppmålingstegning av skroget alene.

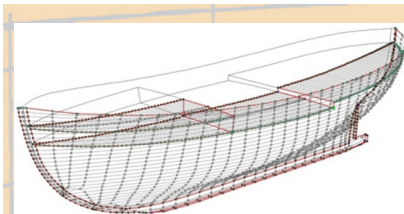
Tradisjonell skrogoppmåling er tidkrevende, og har en del svakheter. Det er normalt kun fartøyets ene side som måles. Praksisen for tegninger og notater er forskjellig, og kan til tider være tvetydig, den som har utført oppmålinga bør også være den som tegner. Det er lett å gjøre feil som først oppdages under tegnearbeidet, noe som gjerne medfører flere besøk til fartøyet for kontrollmål.

3d-laserscanning

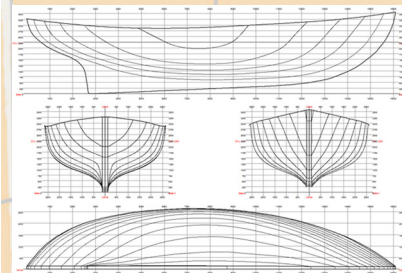
Ved 3D-laserscanning måles avstander mellom omgivelsene og måleren ved hjelp av en laserstråle. Enheten roterer 360 grader horisontalt, mens laseren sendes via et speil som roterer strålen vertikalt. Scanneren kan ikke lese avstander rett ned ettersom enheten selv, og stativet er i veien. Målingene registreres fortløpende mens scanneren arbeider, og dataene som lagres danner en «punktsky» av målepunkter/koordinater rundt scanneren. Antall målepunkter pr. areal kan varieres, og vil i det videre kalles «oppløsning». For å måle opp alle sider av objektet må det scannes fra flere posisjoner. Hver posisjon det scannes fra kalles en «scan-world» - heretter scanneposisjon, og punktskyene fra hver enkelt scanneposisjon sys sammen til en stor punktsky som kalles «registrasjon» - heretter registrering. Denne registreringen ryddes deretter for målepunkter som ikke er en del av objektet.

Laserscannernes ekstremt hurtige målefrekvens gjør at man kan dokumentere et helt skrog på et par timer; altså mye raskere enn konvensjonell oppmåling. I tillegg måler den et enormt antall punkter på objektet, og dokumenterer således geometriske egenskaper i mye større grad enn konvensjonell oppmåling.

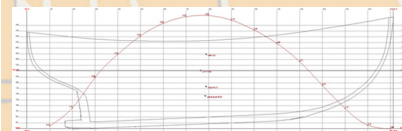
Punktskyen kan bearbeides til en 3D-modell som viser objektet slik det er (as built). Fra punktskyen og 3D-modellen kan man foreta målinger og generere 2D-tegninger. Ved laserscanning forbedres mulighetene til å få en nøyaktig 3D-modell eller 2D-tegning av objektet. Målinger kan foretas direkte i punktskyen, og denne kan beskjæres som man måtte ønske.



I «Delftship» kan tegneprosessen effektiviseres. Målene kan noteres direkte i tabell for så å la programmet tegne kurvene gjennom målepunktene. Også her dokumenteres kun den ene av skutesidene.



Oppmålingstegninger utarbeidet i «Delftship».



Ved å tegne i Delftship har en også mulighet til å enkelt gjøre en rekke hydrostatiske beregninger som deplasement, areal, koeffisienter, lateralplan, stabilitet, LWL, BWL og LCB ved ulike dybtegående, osv.



Når scanneren arbeider roterer hele enheten som står på stativet om en vertikal akse. Den sorte enheten bak det gule merket er et speil som roterer om en horisontal akse. Lasermåleren sendes via dette speilet. Scanneren registrerer dermed målepunkter i sfæren rundt om, med unntak av 50 grader nedover hvor enheten selv og stativet er i veien.

Sammenlignet med tradisjonell oppmåling har 3D-laserscanning en rekke fordeler:

- Det er meget hurtig
- Det er oftest tilstrekkelig med et besøk til oppmålingsobjektet
- Det gir en entydig dokumentasjon
- Det gir mer nøyaktig formidling av alle typer objekter

UTSTYR I FELTEN

Scanner

Laserscanneren «3D Verifier» benyttet var av typen: Leica HDS-6200. Denne har en målefrekvens på inntil 1.016.272 punkter pr. sekund. Nøyaktigheten ligger innenfor ± 2 mm ved avstander opptil 25 meter og 90 % albedo. Albedo er en måleenhet for lysrefleksjon, og når denne er nede på 18 % økes denne scannerens feilmarginer til ± 3 mm. Scanneren dekker hele området over og rundt, unntatt 50 grader rett ned. Denne scanneren har innebygget harddisk og batterier, og kan således brukes i felten uten diverse oppkoblinger. Den har også innebygget krengningssensor, og korrigerer automatisk for skjevheter dersom den ikke står i vater når den jobber. Scanneren med tilhørende programvare koster pr. i dag omlag 1,5 millioner kroner.

Stativ

«3D Verifier» hadde med to stativer til å plassere scanneren på. Det ene bestod av en plate med tre justerbare punkter, denne tok liten plass og gjorde at scanneren kunne plasseres helt nede ved bakken og på trange steder med liten takhøyde. Det andre stativet var en meget solid «tri-pod» som kunne reguleres i alle retninger. For optimalt resultat av scanninga er det viktig at scanneren står mest mulig stille mens den arbeider.

Kamera

For hver scanneposisjon ble det også tatt bilder. Bildene kan senere brukes til å legge tekstur på punktskyen slik at denne gir en mer realistisk presentasjon av objektet. De er også en viktig situasjonsbeskrivelse for de som skal jobbe med materialet i etterkant, slik at de kan tolke og forstå dataene fra scanneren lettere dersom det er nødvendig. Til fotograferingen ble det benyttet et vanlig digitalt speilreflekskamera med «fish-eye»-linse og et spesialstativ som passet i innfestningen på scannerstativene. Stativet sørger



Med en innkjøpspris på godt over 1 million kroner er det lett å skjønne at transportkassen var solid og godt polstret. Denne ble benyttet ved hver flytting mellom scanneposisjonene. Stativet var meget kraftig og stabilt.



For hver scanneposisjon ble det også tatt 9 bilder med et vanlig digitalt speilreflekskamera – ett pr 45 grad og et rett opp. Kameraet var utstyrt med «fish-eye» linse, og montert på et spesialstativ som ble montert på tripoden etter at scanneren var fedig. Dette stativet gjør at en kan ta bilder fra eksakt samme geometriske sted som scanneren måler fra. Bildene brukes både som referanse i etterarbeidet og til å legge tekstur på punktskyen.

for at fokuspunktet ligger på nøyaktig samme geometriske sted som scannerens laserstråle sendes fra. Det ble tatt ni bilder fra hver scanneposisjon, - ett per 45.ende grad horisontalt, og ett rett opp. Stativet hadde en «snap-funksjon» som gjorde denne prosessen rask og enkel.

«Targets»

Før scanningen startet ble det plassert ut en mengde «targets» både på objektet og i omgivelsene, - «targets» er klistremerker med en sort-hvitt-figur som peker mot et senter. Disse definerer geometriske sted i scannerens omgivelser, og denne er i stand til å gjenkjenne dem. Dersom scanneren gjenkjenner minst tre slike «targets» fra forrige scanneposisjon, kan den regne ut sin nye plassering og automatisk sy sammen den nye punktskyen med den forrige - noe som letter etterarbeidet med registreringen betraktelig. De kan derfor ikke flyttes eller fjernes før scannearbeidet er ferdig. Plasseringen av «targets» i forhold til scanneren må planlegges, spesielt hvor en runder hjørner og når en beveger seg inn i fartøyet. Dersom scanneren mister disse referansene underveis vil etterarbeidet med dataene bli mer omfattende ettersom de ulike punktskyene må sys sammen/tilpasses hverandre manuelt i programvaren.

SCANNEARBEIDET

Planen var at Brotsjø som stod på slipp, skulle scannes først. Deretter skulle Fuglø som stod under tak på uteslippen vår, scannes. Imens skulle Brotsjø sjøsettes og Blonny slippsettes for så å bli scannet til slutt.

Operatørene vurderte først forholdene omkring Brotsjø, og hvordan de skulle gjennomføre jobben. Ved ankomst regnet det, noe som gjorde det vanskelig å gå i gang med scanninga umiddelbart. Scanning i nedbør vil gi en del «støy» i punktskyen pga. refleksjon fra nedbør i lufta, dessuten bør det kostbare utstyret helst ikke utsettes for vann. Dette gav imidlertid anledning til å klargjøre scanneren innendørs, lade batterier og funksjonsteste for å sikre ei effektiv økt i felten.

Regnet vedvarte og karene fra «3D Verifier» gikk i gang med Fuglø, siden denne stod under tak. Forholdene rundt Fuglø var ikke optimale for scanning av skrogfasong. Rundt fartøyet var det bygget opp stillaser tett inntil skroget, og de omlag 3000 naglene var heller ikke kappet inntil skutesiden.

Ideelt sett, ved scanning av fartøy ved hjelp av denne type teknologi, burde det vært ryddig rundt skroget. Operatørene kunne da benyttet et siksakk-mønster på scanneposisjonene –



«Targets» plassert på døra til slipp-hallen ved Nordnorsk Fartøyvern-senter. Ved hjelp av disse kan scanneren finne hvor den er i forhold til forrige scanneposisjon.



Plasseringen av «targets» må tenkes nøye gjennom. For hver scanneposisjon må scanneren gjenkjenne minst tre slike for å kunne kalkulere sin nye posisjon i forhold til den forrige. Dette er spesielt viktig å planlegge når en skal runde hjørner, flytte scanneren opp på dekk og inn i fartøyet. Dersom dette gjøres ordentlig, blir det mindre etterarbeid med registreringa ettersom scanneren fortløpende kan plassere punktskyene fra de ulike scanneposisjonene i forhold til hverandre. Mister scanneren disse referansene må punktskyene sys sammen manuelt i programvaren, noe som er meget tidkrevende.



Regnværet ga karene fra «3D Verifier» anledning til å prøvekjøre utstyret, lade batterier, forberede program-vare og annet.

nært innpå skroget, lengre fra, nært innpå osv. Et slikt mønster gir ei optimal dekning av skygger bak puter på slippvogna o.l. For best mulige målinger bør vinkelen mellom laserstrålen og objektet ikke bli mindre enn 45 grader, derfor er det gunstig om scanneren kan flyttes unna objektet slik at denne vinkelen blir større. Når dette gjøres velger operatøren ei høyere oppløsning enn når en scanner tett inntil objektet. En får således et tilfredsstillende antall målinger pr. areal selv om scanneren er lengre unna. Hva som er tilfredsstillende antall målepunkter pr. areal avhenger av hva oppmålingen skal brukes til.

Forholdene rundt Fuglø gjorde at scanneren måtte plasseres på stillasene tett inntil skroget. En fikk dekket lite av skroget for hver scanneposisjon, og det ble utført tolv scanninger fra ulike posisjoner for å få dokumentert skrogets ytre form. Scanneren måtte stå på stillaser som ikke var helt stødige. All ferdsel på disse måtte derfor skje med største aktsomhet for at scanneren skulle stå stille mens den arbeidet. Bevegelser i stillasene ville ført til unøyaktige målinger. Forholdene var ikke ideelle, men scanningen lot seg gjennomføre og resultatet ble bra ifølge karene fra 3D Verifier.

Dagen etter hadde vi oppholdsvær, og kunne gå i gang med Brottsjø. Denne stod på slippet uten stillaser o.l. rundt om, og forholdene var så å si optimale for scanning. Her kunne operatørene i større grad bruke det ønskede sikksakk-mønsteret rundt objektet. Klistrelappene som target-merkene var trykt på ville imidlertid ikke sitte på hva som helst, og ble i noen tilfeller tapet eller stiftet fast. Under sterk vind kunne kanskje disse bydd på problemer. Poenget er at de ikke må blafre/bevege seg etter hvert som scanneren flyttes, da dette vil påvirke plasseringen av den nye punktskyen i forhold til forrige. Brottsjø fikk en mer omfattende scanning enn de andre fartøyene, - 4 posisjoner på dekk, og 3 posisjoner inni, hele 17 totalt. Brottsjø representerer derfor det mest komplette datasettet av fartøyene vi scannet.

Skroget, samt en posisjon på dekk og en inni, ble scannet på Blonny. Som en bonus scannet karene også skroget til en sjark ved navn Henko, samt ei kvikk scanning av Normo Z3-motoren som skal settes i Fuglø.

Tidsforbruk i felt

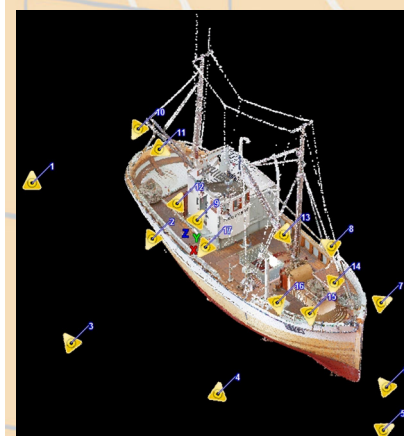
For hvert objekt som scannes er det flere oppgaver som må gjennomføres; vurdering av situasjonen og planlegging av hvor «targets» skal plasseres, scanning og fotografering repeteres alt etter hvor mange posisjoner som ønskes scannet.



Enda sjekker at scanneren kan se referansepunktene (targets) rundt om ved å kikke gjennom scanner-speilet.



Vi var spente på om det lot seg gjøre å scanne Fuglø ettersom fartøyet var omgitt av stillaser og reisverk. Naglene lager også «støy».



17 posisjoner ble scannet på Brottsjø. 10 rundt om, 4 på dekk og 3 innvendig.

Dataene hentes til slutt ut av scanner og kamera for kvalitetskontroll.

Tidsforbruk, ulike operasjoner:

- Planlegging og utplassering av «targets»: 30 min. pr. fartøy
- Oppsett/flytting av skanner og stativ: 10 min. pr. posisjon
- Scannetid, gjennomsnittlig: 7 min. pr. posisjon
- Fotografering: 10 min. pr. posisjon

Scannetiden varierte etter hvilken oppløsning som ble brukt. Flere oppløsninger var tilgjengelige, men de som var mest brukt i vårt tilfelle var medium; 5 min, og høy; 8 min.

I Brottssjø tilfelle, med hele 17 scanneposisjoner, ble altså dette arbeidet utført på omlag åtte timer. Det var da to operatører i arbeid + en lærling. Denne bemanningen var, så vidt vi kunne se, ikke nødvendig under selve scanneprosessen - som kunne vært gjort like effektivt av en person med følge (av sikkerhetsmessige årsaker). «3D Verifier» stilte mannssterk bl.a. pga. intern opplæring. Dette var gunstig for vårt vedkomme, da vi hadde rikelig anledning til å stille dumme spørsmål underveis, uten at dette heftet fremdriften nevneverdig.

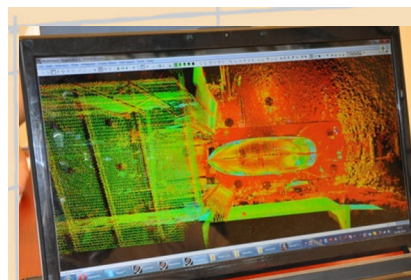
ETTERARBEID I PROGRAMVARE

Etterarbeidet med dataene fra scanninga varierer etter hva materialet skal brukes til. I vårt tilfelle var avtalen at «3D Verifier» skulle gi oss rådata fra scanningene for evt. fremtidig bruk, «TruView» presentasjoner dekket med foto, panoramabilder, overflatebilder med alle deformasjoner og ujevnheter, linjetegninger, oppmålingstegninger med alle hoveddimensjoner LxBxD, scanning både innvendig og utvendig av tre båter.

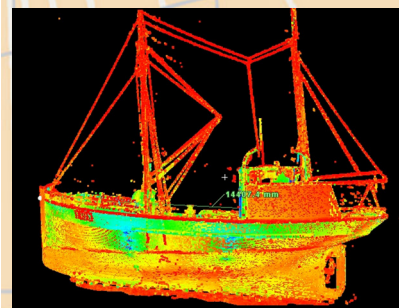
Behandling av rådata

Firmaet bruker «Cyclone» til å importere og behandle rådata fra scanneren. Cyclone er Leicas egen programvare og er en komplett plattform for bruk av denne type data. Cyclone koster imidlertid mellom 15 og 20 000 euro - noe som begrenser dens aktualitet i våre øyne.

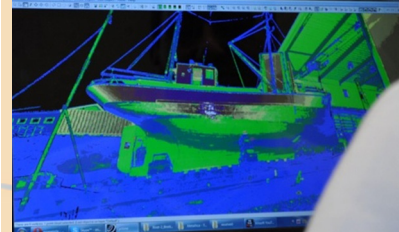
Import av rådata ved 20 scanneposisjoner tar omlag en time. Dataintegriteten må da gjennomgås, dette gjøres ved å manuelt sjekke at alle punktskyene er plassert riktig i forhold til hverandre. Tidsforbruken her avhenger av antall scanneposisjoner, hvor stor toleranse en har for avvik, og hvor vellykket scanningene var i utgangspunktet. Dersom scanneren



Her jobber Enda Egan i Leicas «Cyclone»-program. Vi ser både Brottssjø og omgivelsene. Her er punktskyene fra scanningene rundt skroget importert, scanningene fra dekk og innvendig er ennå ikke kommet med. Enda sjekker at punktskyene plasseres seg riktig etter hvert som nye importeres.



Etter at punktskyene er plassert riktig i forhold til hverandre er det klart for å rydde bort all støy og målepunkter som ikke tilhører objektet. Her holder Shrinivas på med dette mens han viser hvordan han kan måle mellom punkter.



Ulike visninger gir informasjon om kvalitet på refleksjoner, dekningsgrad av flater, tetthet av punkter på ulike områder, punkter fra ulike scanneposisjoner kan skille ved farge osv. Nyttige verktøy mens operatørene sjekker registreringa og kvaliteten på datamaterialet.

f.eks. sto ustøtt mens den arbeidet vil dette medføre tvetydige lesninger som vanskeliggjør arbeidet med å sy sammen punktskyene til en registrering. Når hele registreringen er klar starter arbeidet med å fjerne støy rundt oppmålingsobjektet, som omgivelser, stillaser etc. Eksempelvis var registreringen av Normo-motoren som bestod av tre scan-worlds unnagjort på under en time med rapportert deviasjon på 1,5 mm, mens Brotsjø med 17 scanneposisjoner tok omlag 20 timer for å oppnå lignende nøyaktighet. Når denne behandlingen er ferdig har man en punktsky satt sammen av data fra de ulike scanneposisjonene hvor disse overlapper hverandre. Punktskyen som representerer Brotsjø består av hele 92.772.824 punkter med ei nøyaktighet som ligger innenfor ± 2 mm. Denne ferdige punktskyen kan så eksporteres til diverse andre formater, alt etter i hvilket program en ønsker å jobbe videre med den.

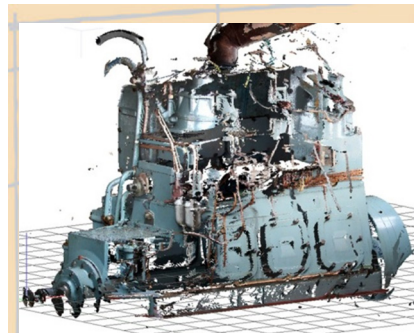
3D Verifier bruker også Cyclone-programvaren til å modellere overflater. Programvaren lager da en «mesh» mellom målepunktene - dvs. mange trekanten mellom punktene som danner ei overflate. Slike overflatebilder kan vise overflatene ensfarget uten tekstur, og lyssetningen kan endres i programvaren. Ved å virtuelt eksperimentere med skygge på slike flater synliggjøres slitasjemerker og ujevnheter som ellers kan være vanskelige å legge merke til. Disse overflatene danner også grunnlaget for en virtuell 3d-modell av fartøyet, og meget presise snitt kan hentes ut av denne til 2d-tegninger av fartøyet

Punktskyene

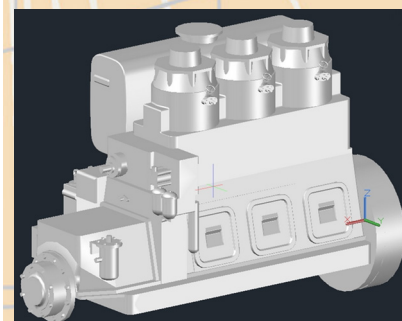
Leica -scanneren var en såkalt «phase-based-skanner». Den bruker faseforskjell til å bestemme avstanden til objektet. Scannere som bruker denne teknologien lagrer også opplysninger om hvor stor intensitet laseren reflekteres med tilbake til scanneren. Hvert målepunkt blir vist i gråskala, og dess mindre refleksjon (lav albedo) dess mørkere blir punktet.

Scanneren kan ha problemer med mattsorte flater fordi disse reflekterer laseren i liten grad. Andre overflater som krom og glass, samt sterke lyskilder er også problematiske for laseren da den ikke klarer å tyde refleksjonen fra objektene.

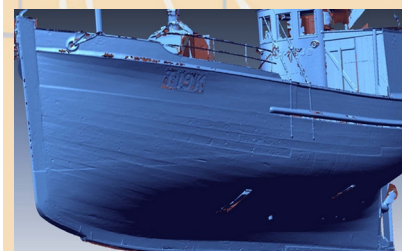
Siden scanneren lagrer refleksjonenes intensitet, og denne informasjonen vises i gråskala, får vi en punktsky som er lett å «forstå». Lyse områder blir lyse, og mørke blir mørke - noe som gjør at visningen av punktskyen ligner til forveksling på et sorthvitt-bilde. Det er lett å kjenne igjen teksturer som kvister i treverk, nat i skutsider o.l. En kan bl.a. se forskjell på wire og tauverk.



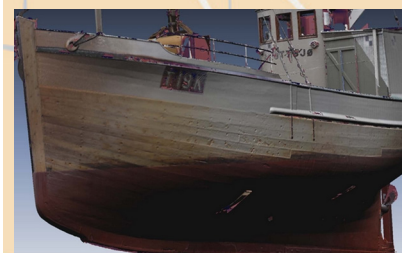
Som en bonus fikk vi scannet 3 posisjoner rundt «Normo Z3» motoren som skal i Fugløy. Her er punktskyen gitt tekstur fra bilder som ble tatt fra scanneposisjonene. Alle detaljer kommer ikke med, og en får en del skyggeområder.



Veien fra punktsky til cad-modell er ikke lang. Her er det motoren grovteget med utgangspunkt i punktskyen.



Her er det dannet en mesh rundt målepunkter. Ved å flytte lyskilden virtuelt over slike ensfargede flater visualiseres slitasjespor tydelig. Modellen kan ferdigstilles ved å tegne inn manglene flater.



Her er flatene i meshmodellen farget med tekstur fra bilder. Slitaspor blir da mindre synlige.

Punktskyen kan også «fargelegges» ved å legge på tekstur fra bilder.

Bruk av punktskyer

Det som i utgangspunktet trignet vår interesse for 3d-laserscanning var bl.a. et gratisprogram ved navn «TruView». Dette er et plug-in for Microsoft Internet Explorer utviklet av Leica, - dette visualiserer det scanneren «har sett», og lar brukeren ta mål m.m. uten spesielle forkunnskaper. Vi var spente på hvordan dette programmet ville fungere i forbindelse med fartøydokumentasjon. Underveis har vi imidlertid oppdaget andre, og mer velegnede gratisprogrammer. Her nevnes spesielt «Pointools», men det finnes også mange andre programmer til bruk av denne type data. Felles for dem alle er gjerne at de er svært kostbare.

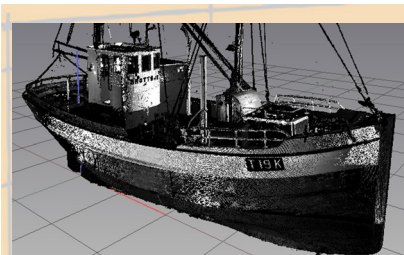
«TruView»

Etter litt testing fant vi ut at TruView var mindre egnet i sammenhengen. Det er relativt enkelt å ta målinger, men vanskelig å vite om man måler mellom riktige punkter. I TruView kan man kun se punktskyen fra hvor scanneren har stått ved de forskjellige scanneposisjonene – en kan altså ikke flytte «kameraposisjonen». Man kan heller ikke ta mål mellom ulike scanneposisjoner, det lar seg f.eks. ikke gjøre å måle fartøyets lengde, fordi man da må måle fra en scanneposisjon ved forskipet, til en akterut. Det er også vanskelig å vite om målingene er riktige fordi perspektivet kan være forvirrende dersom man ikke har rette parallelle linjer å forholde seg til. TruView kan nok brukes i bygningsvern og andre sammenhenger hvor objekter preges av parallelle linjer. TruView er kanskje mest aktuell som formidlingsverktøy ettersom den er web-basert og gir en annerledes presentasjon av objektet enn man er vant til fra bilder o.l.

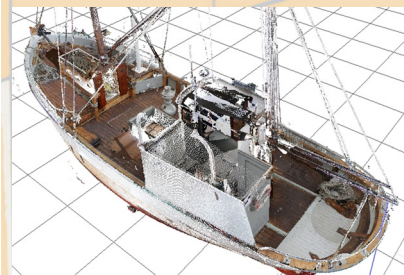
«Pointools»

Av karene fra 3D Verifier fikk vi tips om programvare for behandling av punktskyer. Her viste spesielt «Pointools» seg velegnet. «Pointools» tilbyr forskjellige programmer etter hva man har tenkt å gjøre med punktskyen.

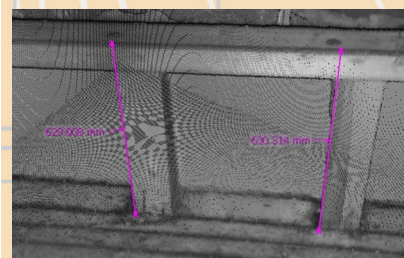
«Pointools View Pro» er et program som lar brukeren studere punktskyen. Punktskyen kan roteres alle veier ved at man beveger «kameraposisjonen» i forhold til skyen, og man kan zoome inn på detaljer og betrakte disse fra alle kanter. Spesielt nyttig var en beskjeringsboks som lar brukeren ta utsnitt. En kan ta mål mellom hvilke punkt en måtte ønske, skrive notater, lage animasjoner, importere 3d-modeller i ulike formater, eksportere bilder, endre visningsalternativer som kontrast, lys og punktstørrelse, velge mellom parallell



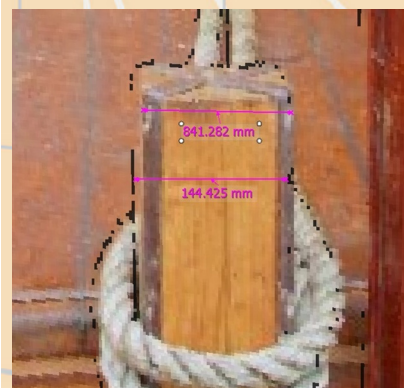
Punktsky uten tekstur vist i perspektiv.



Punktskyen med tekstur, og fra en annen vinkel. Brotsjø ble ikke skannet ovenfra, derfor vises ingen målepunkter på f.eks. egnerhustaket.



Mål tatt i «TrueView». For å få gode målinger må en se perspektivet i bildet, og finne linjer en kan støtte seg til. Ikke alltid lett i en båt hvor lite eller ingenting er beint.



«TruView»-presentasjoner kan også fargelegges med tekstur fra bilder, men det er meget arbeidskrevende å tilpasse teksten skikkelig. Her ser vi et eksempel hvor lett det er å måle feil dersom ikke teksten stemmer med punktskyen. Det ene målet viser 84 cm, mens det andre viser 14 – dette fordi målepunktet egentlig ligger på dekket foran bjelken.

projeksjon eller perspektiv. Programmet har også en 3d-modus hvor brukeren kan benytte 3d-briller for å se dybden i punktskyen. Pointools View Pro kan lastes ned gratis for en prøveperiode på 21 dager, etter denne perioden er utløpt kan en fortsette å bruke programmet, men med nedsatt funksjonalitet. En kan fortsatt ta mål, men bare fem om gangen. Per i dag koster fullversjonen 1150 euro.

«Pointools Edit» har all funksjon fra «View Pro», men her kan også punktskyen redigeres. En kan bruke «layers», jobbe med farger, fjerne støy osv. Dette programmet kan også lastes ned gratis, men slutter å virke etter 21 dager. Per idag koster fullversjonen 3000 euro.

Pointools lager også plug-ins for AutoCad, Rhino og SketchUp som er nedlastbare med 21-dagers prøvelisens. I disse 3d-modellerings-programmene kan en med dette bruke punktskyene som grunnlag for 3d-modeller. Det ligger her til rette for meget presise virtuelle modeller av fartøy. Slike virtuelle modeller har et enormt potensial for formidling. Disse «pluggene» koster 1000 euro pr. stk.

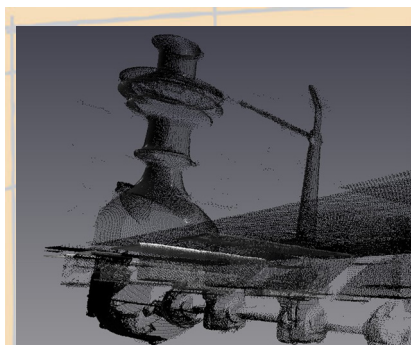
Hele Pointools-suiten koster 3950 euro. Slike priser er normale for dette segmentet, da det er snakk om avansert programvare for et begrenset marked.

I etterkant angrer vi på at vi bestilte TruView-format med bildeoverlegg. Det tar en del tid å sette opp slike presentasjoner, spesielt om en vil ha tekstur fra bilder lagt på også. Her kunne vi heller brukt pengene på en fullversjon av Pointools View Pro. Dette fordrer da kun eksport fra den ferdige registreringen til et format pointools kan jobbe med, og det tok ca. en time i Brottsjøs tilfelle. Evt. tekstur fra bilder krever mere tid og har ingen annen praktisk betydning enn kosmetisk ved at materialet vil ta seg bedre ut ved f.eks. presentasjoner.

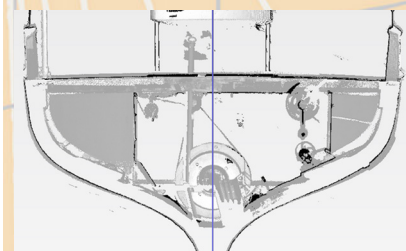
Programvaren kjørte tilfredsstillende på en middels bra laptop (Lenovo SL300. Core 2 Duo 2.1 GHz, 4 GB ram), og brukervennligheten var etter vår mening god. Det er mulig en bør være over gjennomsnittet datainteressert for å effektivt sette seg inn i mulighetene i programvaren. Enkel bruk bør imidlertid være overkommelig for de fleste så lenge man har en viss forståelse for hva det er en ser på skjermen - punktskyer av objekter kan være en nokså uvant presentasjonsform, men man kommer fort inn i det.

Annen bruk av punktskyer

Det finnes en del annen programvare for behandling av punktskyer, uten at vi har fått testet denne. 3d-laserscanning brukes mye hvor f.eks. fartøy dokumenteres slik de er bygget



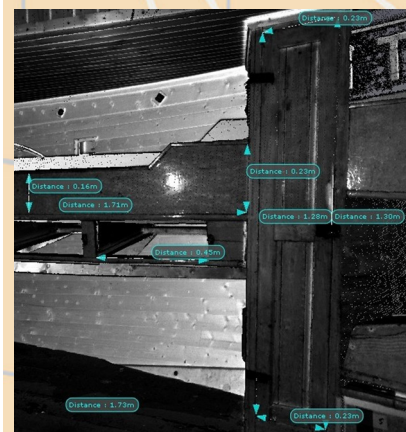
Her er punktskyen beskåret slik at kun spill og drivverk vises. Dette gjør det enklere å ta mål ettersom en unngår å ha bakenforliggende punkter å ta hensyn til.



Her er skroget beskåret til ei skive tverrskips.



Bildet viser punktskyen av Brottsjø. Her er den farget ved hjelp av tekstur fra bilder. Vi beveger oss inn i baugen, og ser punkter fra både utvendige og innvendige scanneposisjoner.



Målinger gjort i «Pointools ViewPro».

ved et kjøpt besøk ombord for scanning. Nye installasjoner kan da produseres og tilpasses på land mens fartøyet fortsatt er i produksjon, noe som minimerer liggetid for fartøyet. Her kan også evt. ombygginger visualiseres før de gjennomføres.

Teknologien brukes også til å analysere produksjonsavvik i forhold til tegninger. Her scannes det ferdige produktet, og punktskyen holdes opp mot cad-tegningen/modellen. Programvaren kan da gi en deviasjonsrapport som viser avviket visuelt, samt hvor stort avviket er og om det er innenfor evt. satte toleransegrenser. Det er ingenting i veien for denne typen bruk i forhold til fartøy. En scanning av fartøyet kan være grunnlag for en modell – denne modellen kan holdes opp mot en ny scanning ved en senere anledning. En kan da få dokumentert og visualisert endringer som vridninger, sig o.l., samt nye installasjoner.

Det finnes etter hvert andre web-script for visning av punktskyer i nettleseren. Disse har ikke samme begrensninger som TruView, og lar brukeren jobbe med hele punktskyen. Her kan også målinger utføres m.m.

I og med at punktskyer gir grunnlag for virtuelle modeller, kan en se for seg ei «museumshavn» på nett hvor fartøy kan besøkes virtuelt via internett. Slike modeller kan behandles på utallige måter, og innebærer et enormt potensial for formidling, bl.a. gjennom filmanimasjoner, spill og simulatorer.

EGNETHET

Vi har ikke fått prøvd ut denne typen dokumentasjon i forbindelse med restaureringer. Vi har så vidt sett utstyret i bruk og testet ut noen muligheter. Vi er imidlertid overbevist om at dokumentasjon ved hjelp av 3d-laserscanning har mye for seg i fartøyvernsammenheng. Spesielt ved destruksjon av fartøyer vil metoden kunne være egnet siden hele fartøy kan måles opp relativt raskt og informasjonen lagres for ettertiden. Før eller senere vil medlemmer av vår vernede flåte rammes av force majeure, og da vil sannsynligvis lagret dokumentasjon gjennom laserscanning være det best tenkelige grunnlag for eventuell gjenoppbygging.

Denne typen dokumentasjon gir ei meget presis oppmåling av fartøyet. Ikke bare er den meget nøyaktig, den tar også et enormt antall målinger og registrerer flere detaljer enn hva som er mulig med konvensjonelle metoder innenfor fornuftige tidsrammer. Materialet som lagres er entydig. Det er minimale muligheter for mistolkninger av informasjonen. Den kan således lagres for ettertiden, og tas frem uten behov for forklaringer fra den som utarbeidet dokumentasjonen.

Hvis du vil lese mer om ulike bruk av punktskyer, kan du studere disse sidene:

<http://www.3dreshaper.com/>

Det har etter hvert dukket opp et irsk prosjekt på nett hvor småbåter dokumentert ved 3d-scanning. Her brukes også web-script som lar besøkende se punktskyene. Klikk på et av prosjektene på denne siden, og se etter «View pointcloud»:

<http://tradboats.ie/project/projects.php>



3d-modeller av fartøy kan brukes på mange måter, bl.a. animasjoner, filmer, spill og simulatorer.



Henkos skrogform er dokumentert. Her vises den i parallell-projeksjon i «Pointools». I programmet kan punktskyen også vises i perspektiv eller 3d. Ved bruk av 3d-briller kan en da se dybden i punktskyen, noe som faktisk letter arbeidet med den.

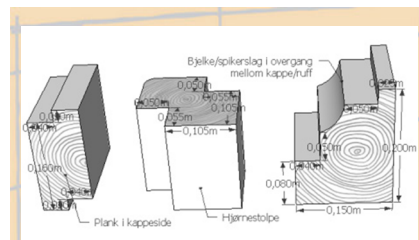


En vridning i Blonnys skrog kom tydelig frem når vi begynte å arbeide med den i «Pointools». Når kjølen følger akse i rutenettet er ikke stevnene på linje.

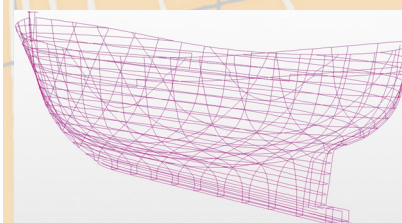
I fartøyvernsammenheng må metoden kombineres med beskrivelser og fotografi. Scanneren registrerer kun geometriske egenskaper og refleksjon gjennom målinger på objektets overflater, samt farger dersom punktskyen gis tekstur ved hjelp av bilder. Den gir lite eller ingen informasjon om materialkvaliteter og byggeteknikker. Scanneren kan heller ikke se gjennom objekter, og ved bruk av få scanneposisjoner får en gjerne «bakevjer» som ikke dokumenteres. Å dekke alle fartøyets kriker og kroker er sannsynligvis ikke hensiktsmessig ettersom dette ville fordre et utall scanneposisjoner.

Noen vil kanskje hevde at manuell måling og tegning er tradisjonskunnskap som også bør holdes i hevd. Fartøyvernsentrene er en av få arenaer der det kan være rom for å utøve denne kunnskapen i dag – dette er et viktig poeng, men vi skal la den diskusjonen ligge her. Det vi imidlertid kan slå fast er at man med laserscanning vil sikre en mangedobling av informasjon, som kan benyttes i utallige sammenhenger, innenfor den samme ressursbruken som ved konvensjonelle metoder.

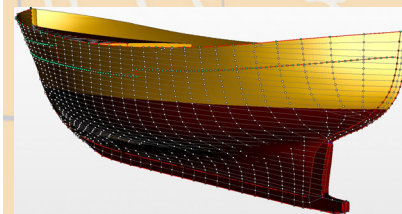
Fartøyvernsentrene har også som oppgave å finne mest mulig effektive og egnede metoder for å dokumentere våre flytende kulturminner - vi mener 3d-laserscanning i tillegg til bilder og beskrivelser, er veien å gå.



Slike skisser vil fortsatt være nødvendige, på tross av teknologien. Det er viktig å merke seg at laser-scanning kun dokumenterer utvendige geometriske egenskaper - den gir lite eller ingen informasjon om materialers dimensjoner, sammenføyninger og kvaliteter. Metoden må derfor kombineres med foto, beskrivelser og skisser.



Bildet viser ei .dxf-fil som er tegnet av 3D Verifier i «Autocad» med utgangspunkt i punktskyen. Her er linjer for oppriss, sideriss og spanteriss kombinert i samme visning.



Dxf-filer, som vist på forrige bilde, kan improreres i «Delftship» og brukes som markører for nøyaktig tegning av skroget. Dette kan kanskje kalles å gå baklengs inn i fremtiden, men «Delftship» har en rekke funksjoner og beregninger som ikke har latt seg gjøre i annen programvare vi har hatt tilgjengelig.

Se også disse bildegalleriene for mere informasjon:

<https://picasaweb.google.com/gunnar.holmstad/3dScanning?authuser=0&feat=directlink>

<https://picasaweb.google.com/gunnar.holmstad/3dSoftware?authuser=0&feat=directlink>

Video fra scannearbeidet:

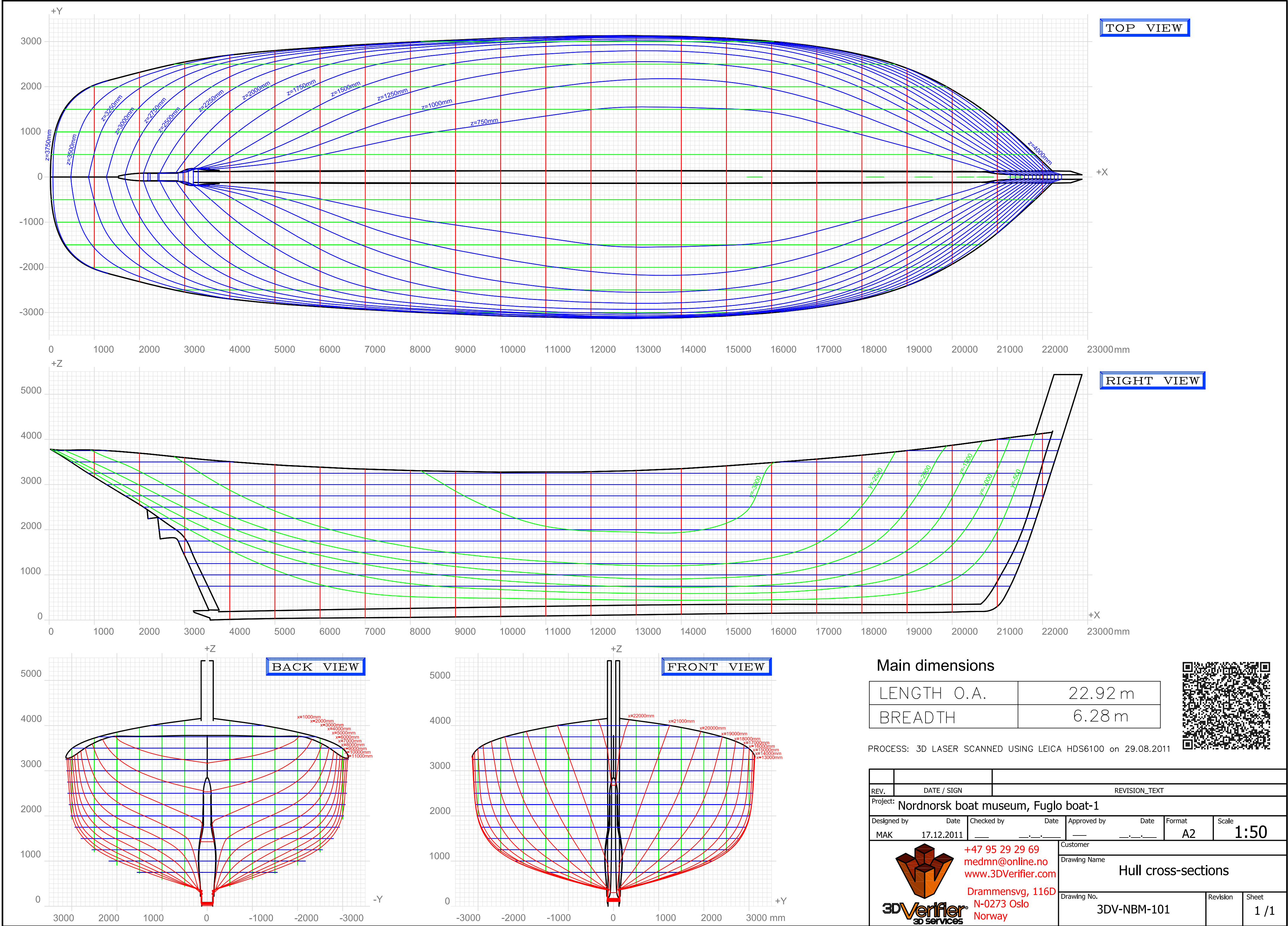
<http://youtu.be/EuYfskNa35Q>

NOTATER

VEDLEGG

Punktskyene og 3d-presentasjonene med overflatebilder er relativt store filer, og vi håper å etterhvert kunne gjøre disse tilgjengelige på nett. Formatene på disse filene krever spesialprogrammer som stor sett kan lastes ned som demoversjoner. Når filene er gjort tilgjengelige, vil dette annonseres på: <http://www.nnfa.no>.

Vedlagt følger imidlertid oppmålingstegninger basert på punktskyene, tegnet av «3D Verifier». Disse er henholdsvis; Fuglø, Blonny, Brottstjø og Henko

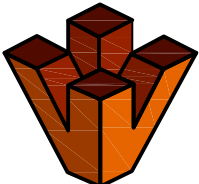


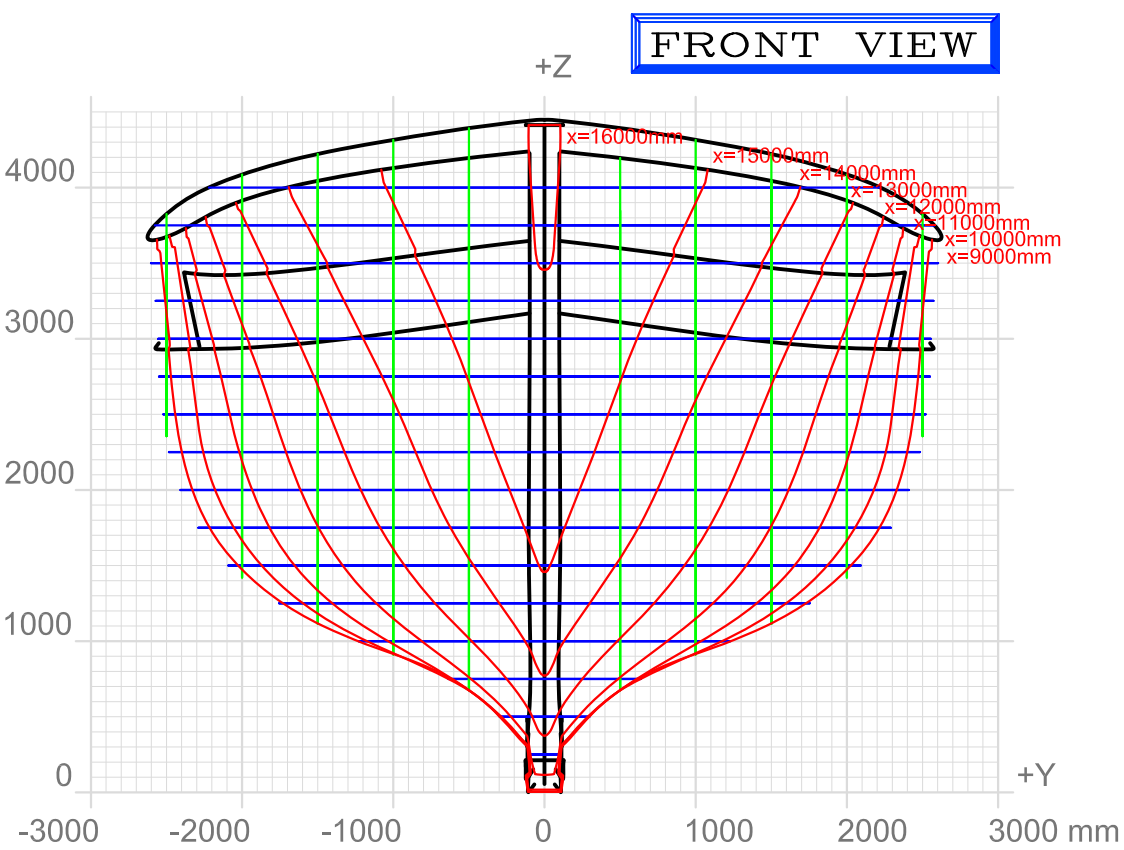
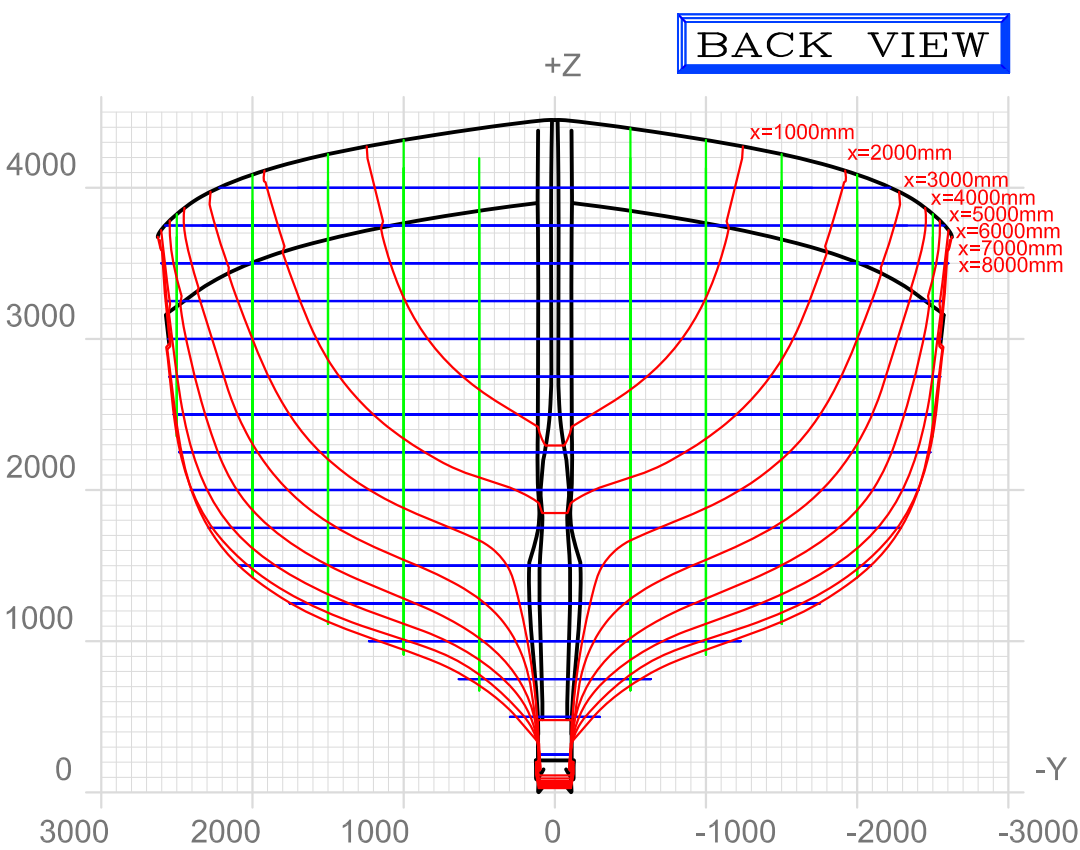
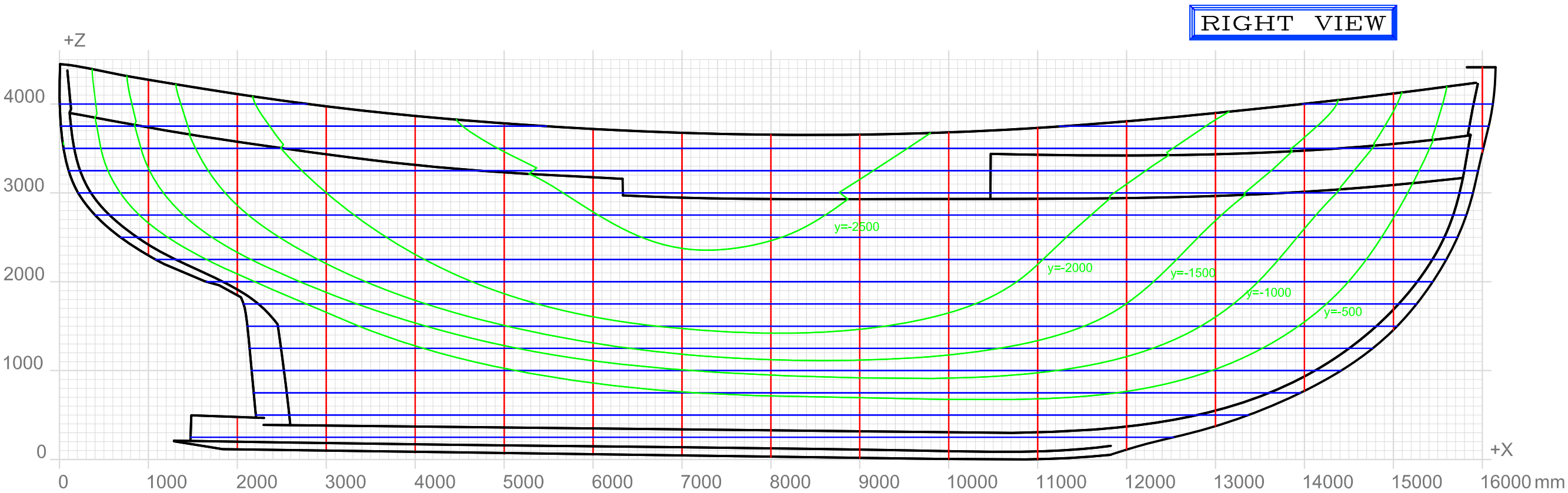
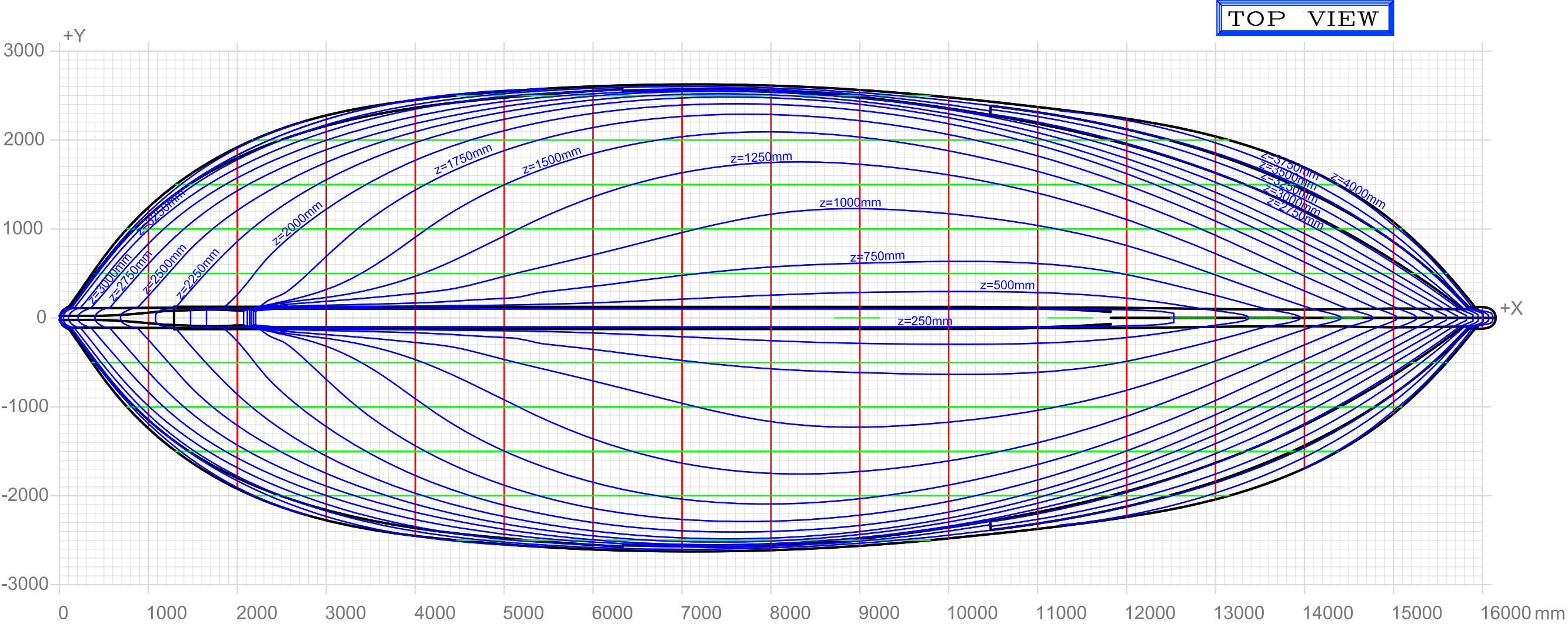
Main dimensions

LENGTH O.A.	22.92 m
BREADTH	6.28 m



PROCESS: 3D LASER SCANNED USING LEICA HDS6100 on 29.08.2011

REV.		DATE / SIGN		REVISION_TEXT			
Project: Nordnorsk boat museum, Fuglo boat-1							
Designed by		Date		Checked by		Date	
MAK		17.12.2011		_____		_____	
 3D Verifier 3D services		+47 95 29 29 69 medmn@online.no www.3DVerifier.com Drammensvg, 116D N-0273 Oslo Norway		Approved by		Date	
				_____		_____	
				Customer			
				Drawing Name			
				Hull cross-sections			
Drawing No.				Revision		Sheet	
3DV-NBM-101						1 / 1	

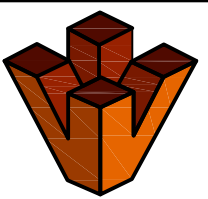


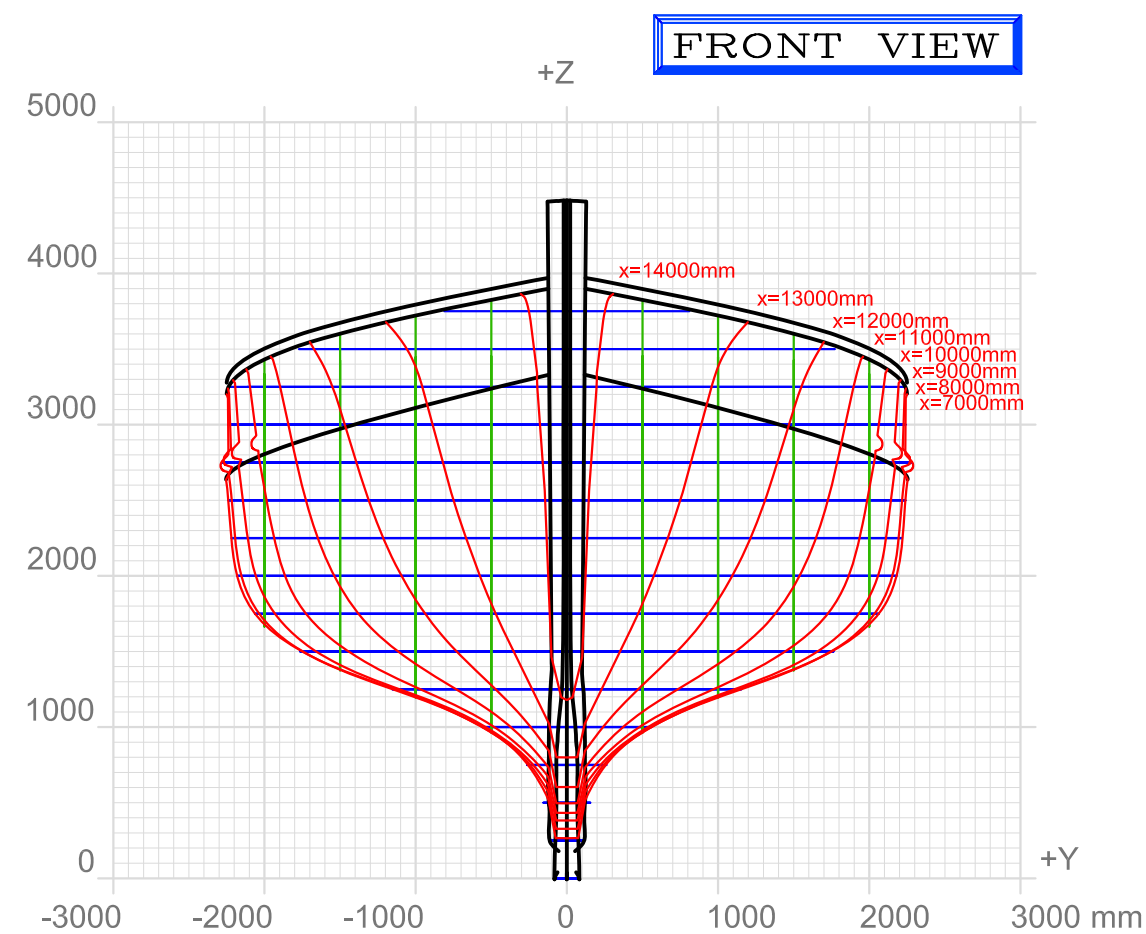
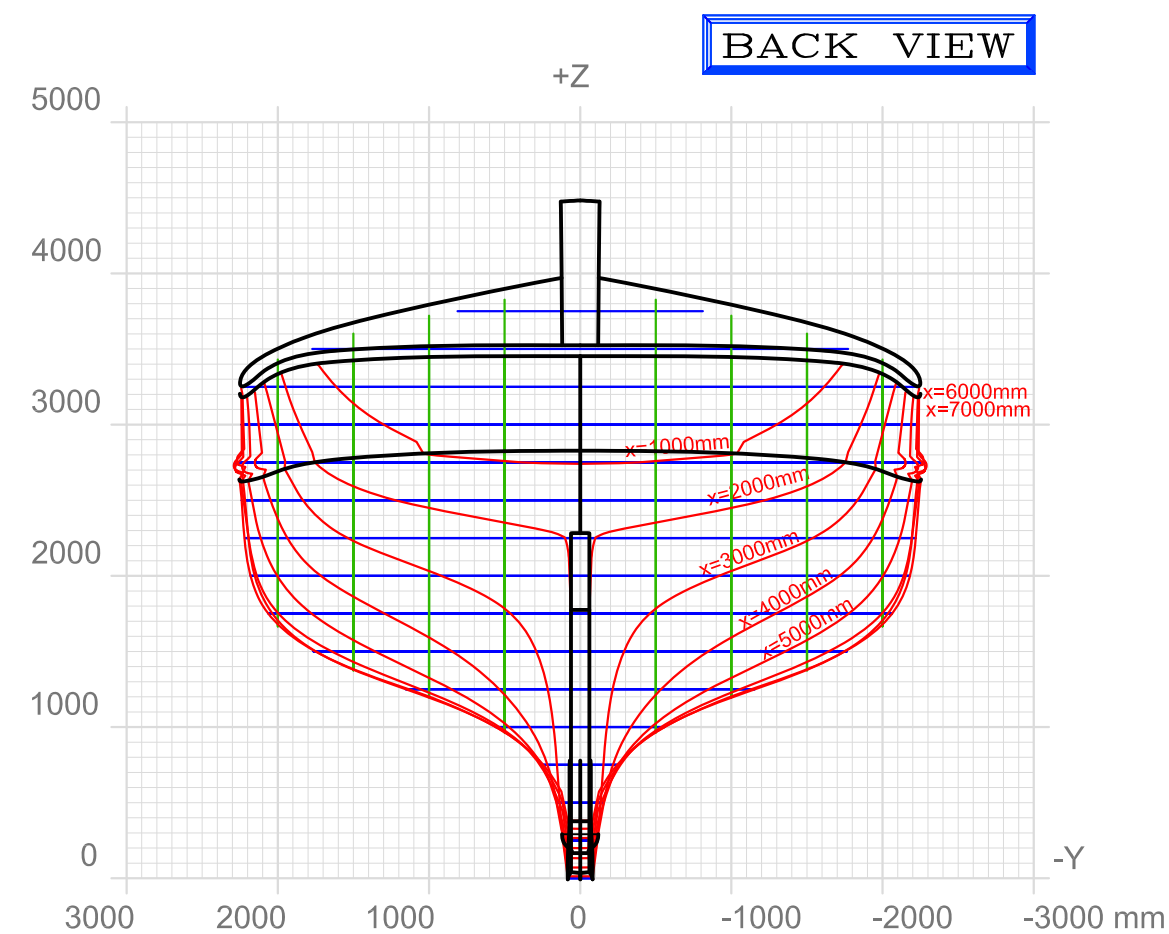
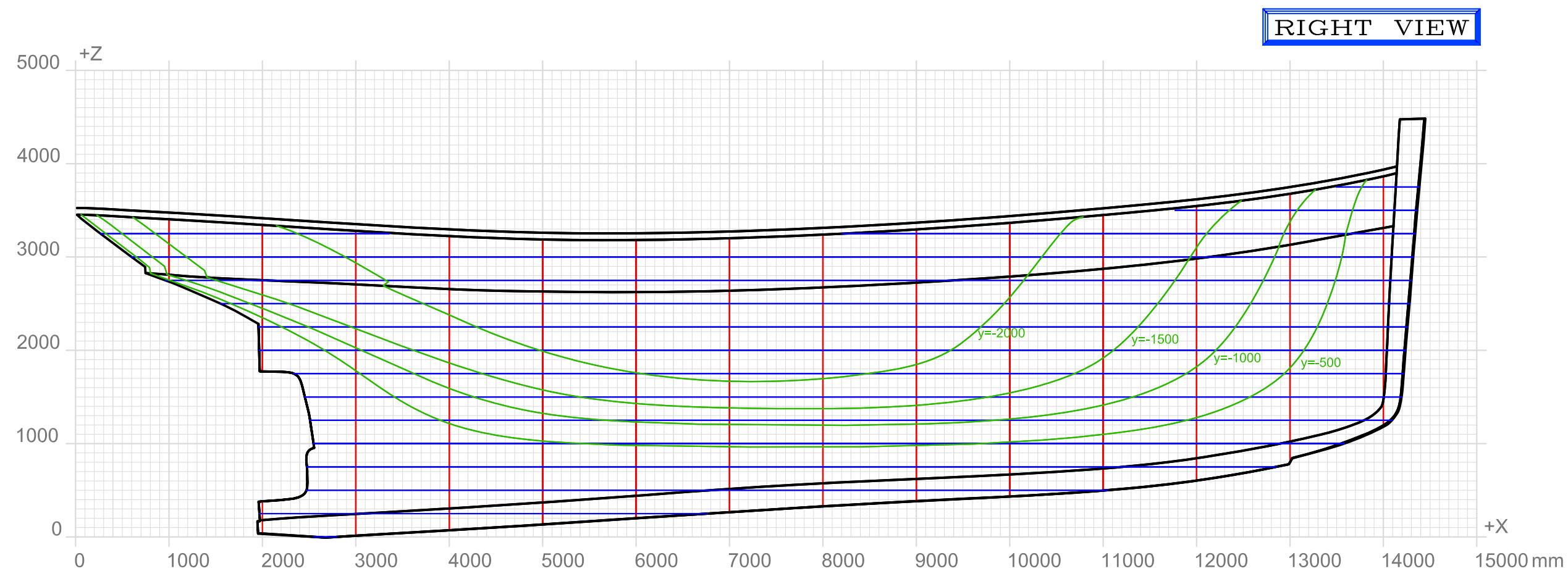
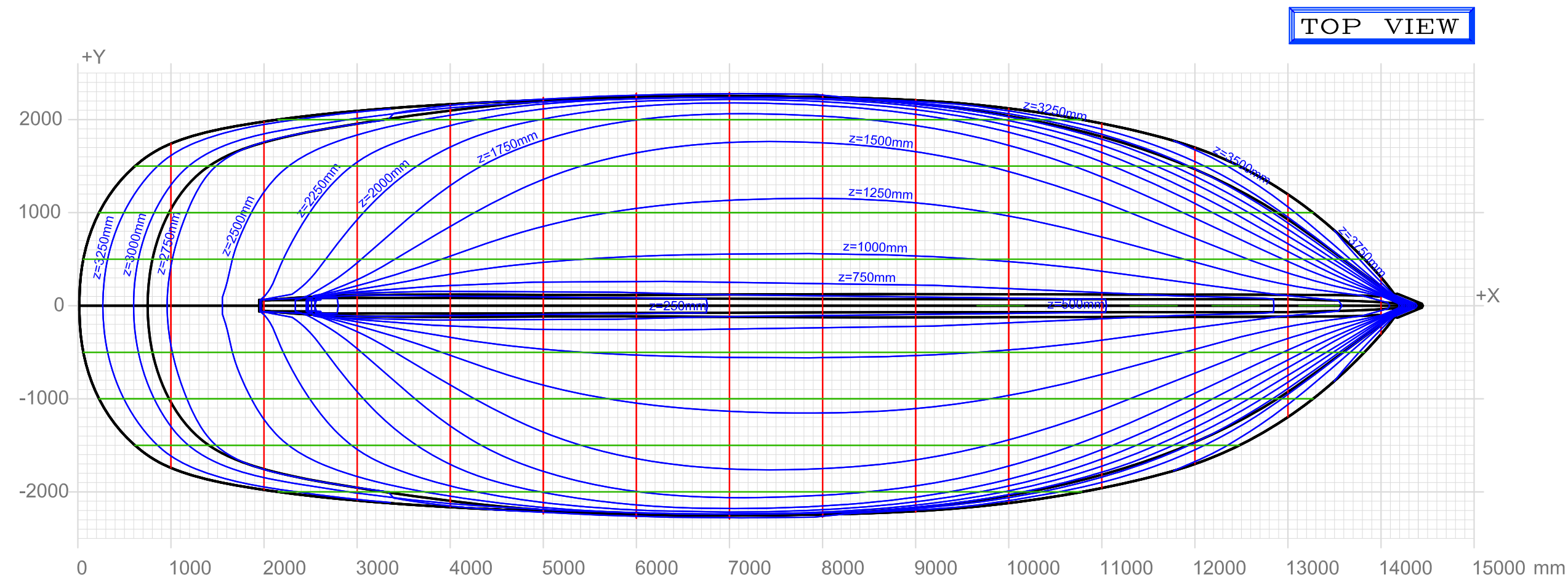
Main dimensions

LENGTH O.A.	16.142 m
BREADTH	5.266 m

PROCESS: 3D LASER SCANNED USING LEICA HDS6100 on 31.08.2011



1	02.11.2011	cross-sections changed											
REV.	DATE / SIGN		REVISION_TEXT										
Project: Nordnorsk boat museum, Blonny boat-3													
Designed by		Date		Checked by		Date	Approved by		Date	Format	Scale		
MAK		05.10.2011		_____		____.____.____		_____		____.____.____		A2	1:50
 3D Verifier 3D services				+47 95 29 29 69 medmn@online.no www.3DVerifier.com Drammensvg, 116D N-0273 Oslo Norway				Customer					
								Drawing Name					
								Hull cross-sections					
								Drawing No.					
				3DV-NBM-301				Revision		Sheet			
								1		1 / 1			

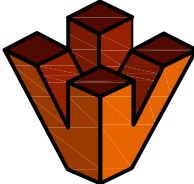


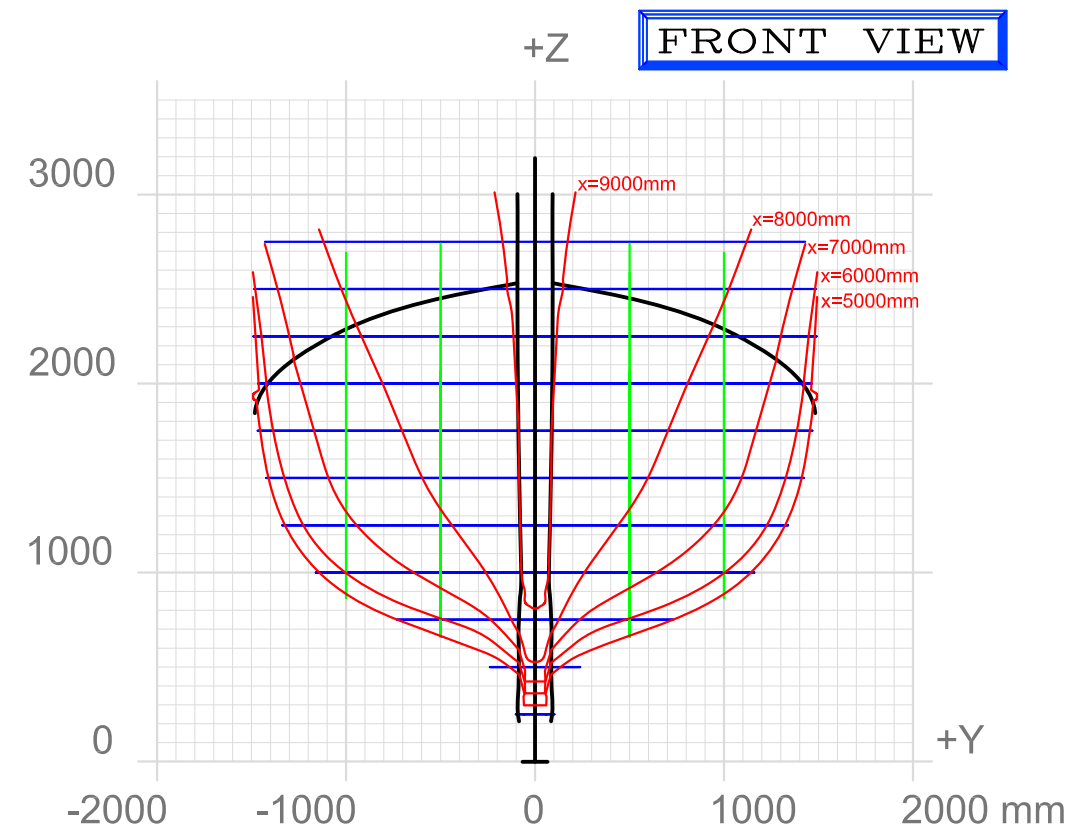
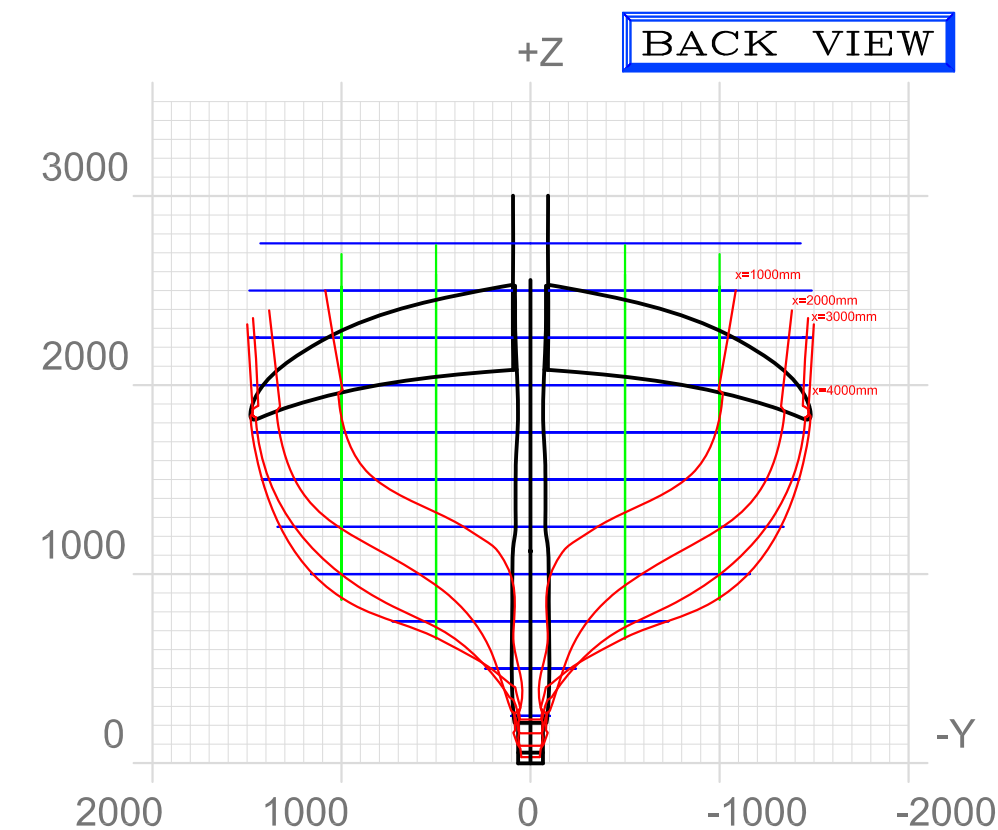
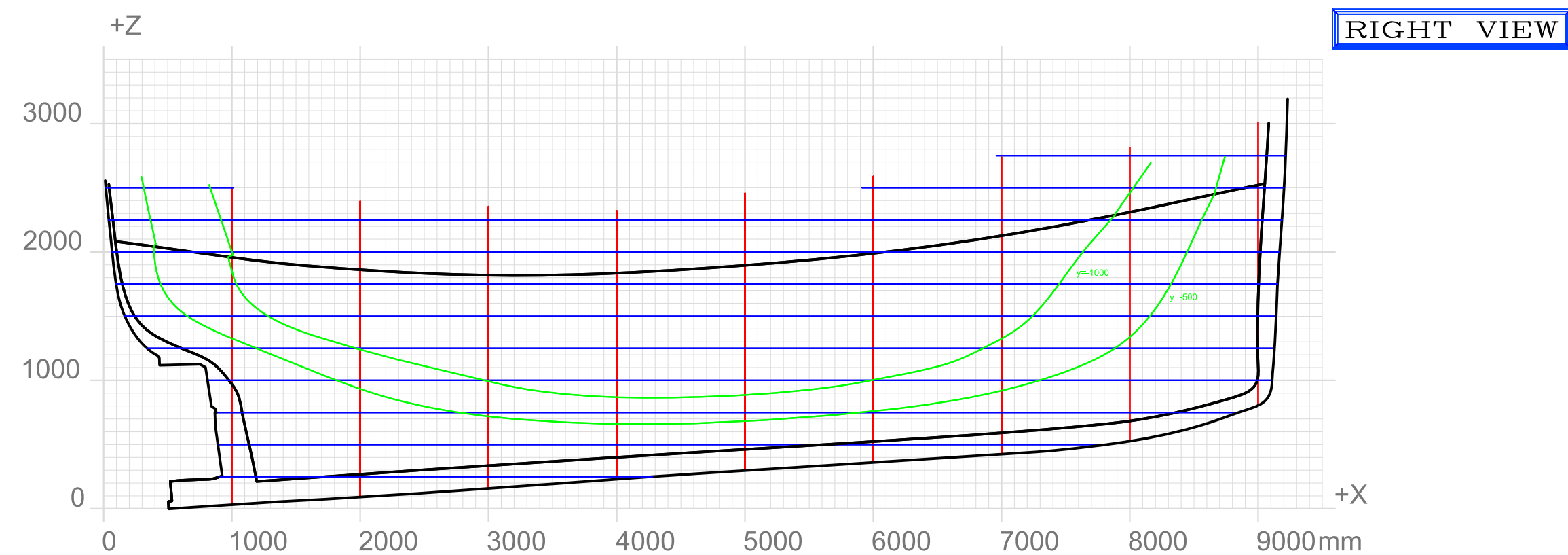
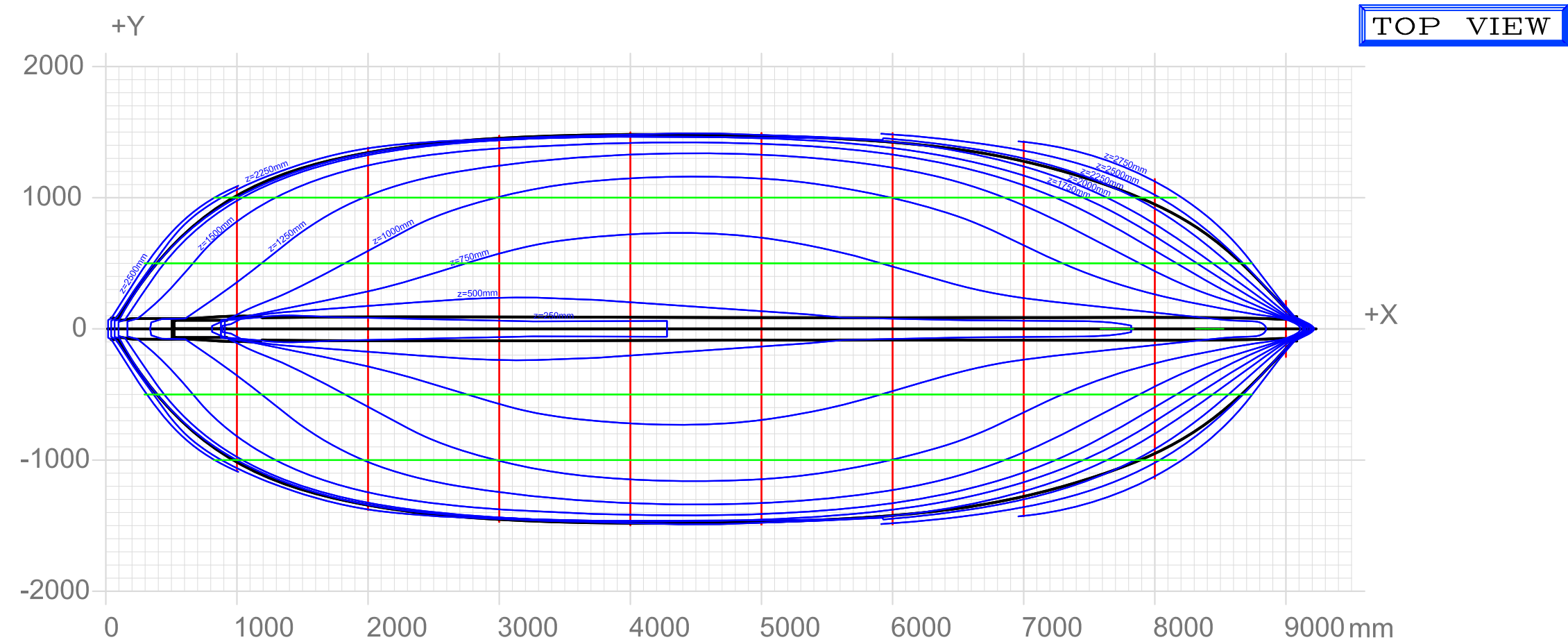
Main dimensions

LENGTH O.A.	14.450 m
BREADTH	4.595 m

PROCESS: 3D LASER SCANNED USING LEICA HDS6100 on 30.08.2011



1	07.11.2011	cross-sections changed			
REV.	DATE / SIGN	REVISION_TEXT			
Project: Nordnorsk boat museum, Brotsjo boat 2					
Designed by	Date	Checked by	Date	Approved by	Date
MAK	24.09.2011	_____	_____.____.	_____	_____.____.
				Format	Scale
				A2	1:50
 +47 95 29 29 69 medmn@online.no www.3DVerifier.com Drammensvg, 116D N-0273 Oslo Norway			Customer		
			Drawing Name		
			Hull cross-sections		
Drawing No.			Revision		Sheet
3DV-NBM-001			1		1 / 1

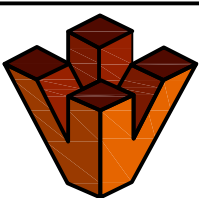


Main dimensions

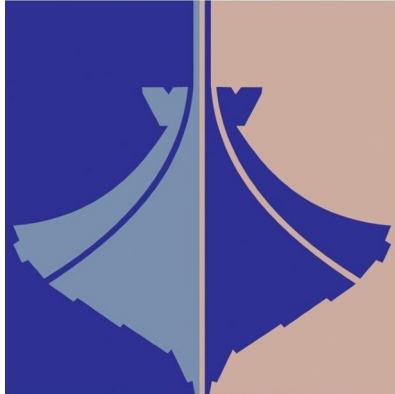
LENGTH O.A.	9.23 m
BREADTH	3.04 m

PROCESS: 3D LASER SCANNED USING LEICA HDS6100 on 02.09.2011



1	11.11.2011	cross-sections changed			
REV.	DATE / SIGN	REVISION_TEXT			
Project: Nordnorsk boat museum, Henko boat-4					
Designed by	Date	Checked by	Date	Approved by	Date
MAK	24.10.2011	_____	_____.____._____	_____	_____.____._____
				Format	Scale
				A2	1:40
 3D Verifier 3d services			Customer		
			Drawing Name		
			Hull cross-sections		
			Drawing No.		
			3DV-NBM-401	Revision	Sheet
				1	1 / 1

NORDNORSK FARTØYVERNSENTER



Nordnorsk Fartøyvernssenter
Hellarbogen, 9470 Gratangen

Tlf: 77 02 03 70

Fax: 77 02 03 32

fartoyvern@nnfa.no

<http://www.nnfa.no>

Nordnorsk Fartøyvernssenter er ett
av tre nasjonale fartøyvernssentre
i Norge. Nordnorsk
Fartøyvernssenter sine
spesialområder er åpne og
dekkede trefartøy, semidiesel,
tekniske- og elektriske
installasjoner