



Generel teori og materialeforståelse

Cad/cam dental

SUS, Serviceerhvervenes
Efteruddannelsesudvalg

Dorthe Conrad, Next Uddannelse København

September 2017



© Børne- og Undervisningsministeriet (september 2017). Materialet er udviklet af Serviceerhvervenes Efteruddannelsesudvalg i samarbejde med Dorthe Conrad, Next Uddannelse København. Materialet kan frit kopieres med angivelse af kilde.

Illustrationer/fotos uden anden angivelse er 3shape A/S.

Kompendiet er understøttende materiale for uddannelserne 48442 Cad, teori og scanning til dental - del 1, og 48443 Cad/cam design, fræsning til dental – del 2.

SUS

Serviceerhvervenes Efteruddannelsesudvalg

Vesterbrogade 6D, 4.

1620 København V.

Tlf. 32 54 50 55

www.susudd.dk

sus@sus-udd.dk



Indholdsfortegnelse

Hvorfor CAD/CAM?	3
Hvordan gør man?.....	4
Aftrykstagning og model fremstilling.....	4
CAD-softwaren	5
CAM-softwaren	5
CAM-processen	6
Fræsning: (substraktiv proces)	6
Lasersintring: (additiv proces).....	6
3D Print: (additiv proces).....	7
Materialer	8
Voks (Fræsning).....	8
PMMA (polymethylmethacrylat) (Fræsning og 3D print)	8
Komposit (Fræsning).....	9
Polycarbonat (plast) (Fræsning)	9
Zirconiumdioxide (Fræsning).....	9
Feldspatkeramik og glaskeramik (Fræsning)	11
CoCr (stål) (Fræsning og lasersintring).....	11
Titanium (Fræsning og lasersintring)	11



CAD/CAM teknikken

CAD = Computer Aided Design

CAM = Computer Aided Manufacturing

Hvorfor CAD/CAM?

Der findes flere og flere grunde til at se positivt på CAD/CAM.

- Det rationelle
- Udnyttelse af menneskelige ressourcer
- Kvalitet
- Nye materialer

CAD/CAM- systemet kan bedre udnytte de menneskelige ressourcer. Maskinen overtager den grundlæggende fremstilling, mens tandteknikeren er til stede ved keramikbrænding, individualisering og færdiggørelse af restaureringerne.

Maskinen sikrer uafhængighed af arbejdsdagen samt en ensartet kvalitetsstandard.

I maskinen kan der bearbejdes materialer der ikke er tilgængelige for manuel bearbejdning, f.eks. zirconiumdioxide.

Ved fremstilling af fuldkeramiske restaureringer, viser undersøgelser at keramikblokke til fræsning i CAD/CAM, frem for manuel fremstilling, giver færre fejl og længere levetid for restaureringen.

Ligeledes vil f.eks. metalkeramiske brostel som er fremstillet i CAD/CAM være uden de spændinger som vi ofte oplever i støbte restaureringer, og som kan udløses ved keramikbrænding med dårlig pasform til følge.



Hvordan gør man?

For at arbejde på CAD/CAM skal man have modellen/ patientens tandsæt overført til den digitale verden.

Til dette har man brug for en scanner, som med kameraer og laser, kan aflæse modellen/ patientens tandsæt og omdanne den til en fil som kan bearbejdes i et 3-D program på computeren.

Til brug for at fremstille restaureringer med CAD/CAM-systemet har man brug for følgende:

- En scanner
- Et CAD softwareprogram
- En CAM-proces med tilhørende materialer og maskiner.

Ved fremstilling af restaureringer ved brug af CAD/CAM er der forskellige fremgangsmåder alt efter hvilket system man vælger.

Yderligere kan der være begrænsninger i mulige valg af materialer.

Nogle maskiner kan arbejde i både fuldkeramik, voks, plast samt forskellige metaller f.eks. CoCr-legeringer og titanium. Andre knapt så kraftige maskiner kan ikke fræse i metal.

Aftrykstagning og modelfremstilling

Der er flere måder hvorpå modellen kan overføres til CAD-programmet.

- Normal aftrykstagning samt modeludstøbning, hvorefter modellen aflæses i scanneren.
- Scanning af aftrykket fra tandlægen, uden modelfremstilling som vanligt.
- Scanning af det relevante område direkte i mundhulen.
Dette foretages hos tandlægen med en intra oral scanner, hvorefter filen sendes til laboratoriet.





I de to sidstnævnte tilfælde har man ikke en gipsmodel, men det er muligt at fremstille en fræset eller 3D printet plastmodel via CAD-programmet.

Skal man fremstille en restaurering som ikke kræver en model til efterfølgende påbrænding af keramik, er muligheden også at man kun arbejder digitalt og ikke får fremstillet model.

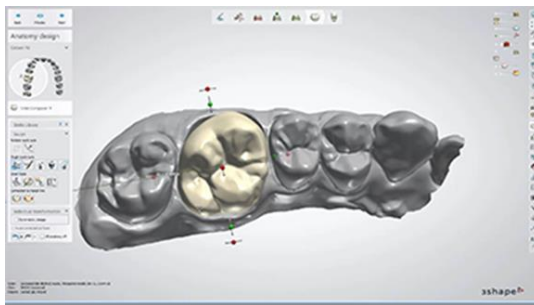
Her må man så stole 100% på at præcisionen er i orden da man ikke kan kontrollere det på en model.

CAD-softwaren

Når modellen og antagonisten (modparten) er scannet, har man en præcis virtuel kopi af model og stampe.

På den virtuelle model kan der nu i cad-softwaren modelleres en krone eller en hætte. Scanning af bromodeller med flere stamper er også muligt.

Når designet af restaureringen er færdig, ligger filen klar i programmet til at blive overført til cam-softwaren.



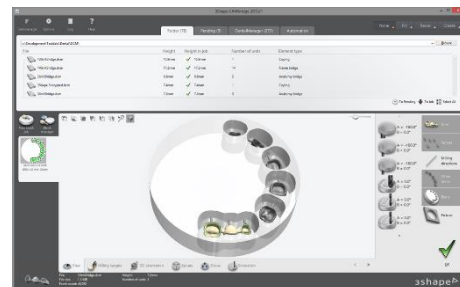
CAM-softwaren

Cam-software bruges til at skabe en ny fil, som indeholder beregningerne af hvordan en fræsemaskine f.eks., skal fræse i skiven/blokken.

I cam-softwaren vælger man en virtuel skive/blok i det ønskede materiale, og trækker designfilen (stl.fil) af kronen, fra cad-softwaren, herover til.

Man kan flytte rundt på stl.fil'en og placere den hvor man ønsker i skiven, og til slut bede programmet om at beregne fræsebanerne.

Den fil der kommer ud af det er en NC-fil. Denne filtype kan aflæses af fræsemaskinen, som så automatisk fræser restaureringen ud.





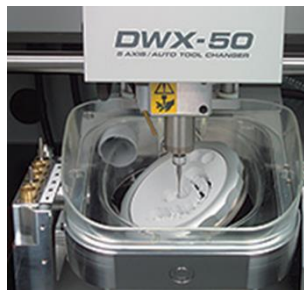
CAM-processen

CAM-processen indeholder den egentlige produktion af restaureringen. Den kan være på et almindeligt tandteknisk laboratorium, på en tandlægeklinik eller på et større center for 3D printning/fræsning/lasersintring.

Fræsning: (substraktiv proces)

Ved fræsning af et emne spændes en blok af det valgte materiale op i en fræsemaskine, og maskinen fræser herefter emnet ud af blokken.

Her er det vigtigt at størrelsen på den mindste fræser i maskinen er bekendt for teknikeren da han kan risikere at skulle definere denne i selve designet af emnet.



Lasersintring: (additiv proces)

SLS (selektiv laser sintring) er en fremstillingsteknik, der bruger en højeffektlaser til at smelte små partikler af metal, keramik eller glaspulver til en fast masse, der får en ønsket 3-dimensionel form.

Lasersinteren bygger emnet (f.eks. en krone eller en hætte) op lagvis.



Tynde lag af pulveriseret materiale trækkes henover laserområdet hvor en laserstråle imellem hver ”påfyldning” selektivt smelter pulveret sammen på overfladen.

Ganske langsomt tager emnet form, lag for lag, tværsnit for tværsnit. Som en lagkage med mange lag.

Processen gentages indtil emnet er færdigt.



3D Print: (additiv proces)

SLA eller SL (stereolithografi)

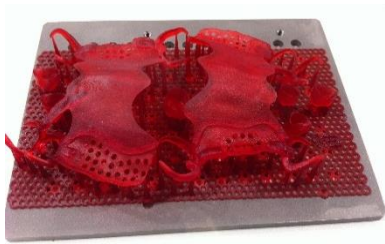
I stereolithografi (SL), bygges emnet ligeledes op efter en CAD-fil. En tynd UV laserstråle scanner en lysfølsom væske (lyshærdende acryl) i et kar for at få det til at størkne langs en profillinje til et 3D-objekt.

Når den første scanning er overstået, vil objektet blive sænket lidt (sædvanligvis 0,1 mm), så overfladen igen bliver fyldt med væske. Efter scanning med laserstrålen lægges endnu et nyt lag. Objektet er dannet ved at være bygget lag på lag.

Samme proces kan foretages omvendt, således at emnet bygges op fra bunden af karret, som består af et glasvindu.

UV-strålen lyser op gennem vinduet og hærder væsken nedefra. Emnet bygges så op, hængende på en plade som langsomt hæves, i takt med at lagene bygges.

Denne metode bruges primært til fremstilling af restaureringer.



3D print kan også foregå uden et kar med flydende væske, men stadig med UV stråler som hærdemiddel.

Her lægges tynde lag af lyshærdende acryl, i det af filen forudbestemte mønster, på en ”byggeplade”, og UV strålen hærder det mellem hver pålægning.

Denne metode bruges primært til fremstilling af modeller.

En 3. måde at fremstille 3D-printede ting på, er med en form for ”digitaliseret limpistol”. Det er især hobbymaskiner der anvender denne metode. Her sidder materialet uden på printeren, som en rulle med tyk plastiktråd i en valgt farve. Den bliver ført frem og fordelt på byggepladen, af et printerhoved der varmer det op så det kan formes og smeltes sammen med det underliggende lag.

Præcisionen på disse hobbymaskiner lever ikke op til de krav vi som tandteknikere stiller.

En 3D printer til tandtekniske restaureringer og modeller bør have en præcision/ opløsning på min. 50 μ , og gerne mindre.



Materialer

Hvilket materialevalg råder man over når man benytter Cad/Cam?

- Voks
- PMMA (acryl)
- Komposit
- Polycarbonat (plast)
- Zirconium
- Feldspatporcelæn
- Glaskeramik
- CoCr (stål)
- Titanium

Voks (Fræsning)

Hvor benyttes dette: Alt fra enkelte hætter/kroner til broer, indlæg, onlays.

Fordele: Man kan modificere voksen inden næste trin – nedstøbning, samt man kan frit vælge hvilket materiale/ legering restaureringen efterfølgende skal støbes eller presses i.

Ulempe: Ikke så formstabil. Dvs. man kan miste præcisionen ved store konstruktioner.

Ved voks er man begrænset til en minimumstykkelse når man skal fræse. Friktionen mellem fræser og voks kan give en upræcis kanttilslutning.

(Anderledes er det ved f.eks. lasersintring af metal hvor man bygger op uden friktion.)

Behandling: Som med alt andet voks vi arbejder med til dentalrestaureringer, skal vi være opmærksomme på at bevare formen.

PMMA (polymethylmethacrylat) (Fræsning og 3D print)

Hvor benyttes dette: Til enkelt kronen, enten som provisorium eller til støbning i selvvalgt legering (kræver at PMMA'en er en udbrændbar type), samt til helproteser.

Fordel: Her kan man også modificere inden næste trin, hvis man har benyttet en udbrændbar PMMA. Godt materiale til 3D- printning af støbte stel.

Ulempe: Miljøskadelig. Ved dårlig kvalitet kan der være askerester som vil forstyrre udbrændingen. Varmefølsom.

Behandling: Hvis man ønsker et højt æstetisk provisorium kan der med fordel pålægges komposit i lag som man kender det fra keramik oplægning. Dvs. dentin, incisal osv., eller der kan blot males på overfladen.



Komposit (Fræsning)

Komposit er det materiale tandlæger bruger til plastfyldninger, og som vi tandteknikere bruger til f.eks. metal/plast- restaureringer.

Komposit er en plasttype som er forstærket med store mængder filler af uorganisk materiale, som gør den meget slidstærk.

Nanokomposit eller hybridkeramik er navne vi støder på i forbindelse med cad/cam.

Hvor benyttes dette: Primært til non-invasive restaureringer, f.eks. som onlays på okklusalflader, ved rekonstruktion af bidhøjden hos bruxistpatienter.

Fordel: Høj æstetik (transluscent materiale), kan fræses meget tyndt, har stor slidstyrke, ikke så hårdt som keramik og derfor ikke så abrasiv (slibende) på antagonisten. Kan bondes på.

Ulempe: Kræver opmærksomhed i fræsefasen, da materialet er meget hårdt, men samtidig kan smelte ved friktion fra fræsere. Omdrejningstallet på fræsere bør måske halveres.

Behandling: Som anden komposit, altså mulighed for bemaling.

Polycarbonat (plast) (Fræsning)

Klar plast der primært bruges til styre/guideskiner ved implantatbehandlinger, samt til bideskiner.

Zirconiumdioxide (Fræsning)

Zirconium (Zr er et grundstof, et metal)

Zirconiumdioxide (ZrO_2) er det materiale vi, som tandteknikere, bruger i forbindelse med fremstillingen af dentale restaureringer. Generelt benævnt som "Zirconia" i faget.

Zirconiumdioxide til tandteknik er delvist stabiliseret med yttrium, og beriget med aluminium.



Denne proces giver materialet den ønskede egenskab med høj bøjestykke (>1400 MPa)

Stiger indholdet af yttrium, fås mere translucens i restaureringen, men på bekostning af den meget høje bøjestykke. Bruges typisk til enkeltrestaureringer hvor æstetik er prioriteret højt.

I den dentale restaurering er der ca. 95 % Zirconiumdioxide, i de stærkeste typer.

Der foregår hele tiden udvikling på dentale materialer, og i forbindelse med dette materiale, kan man finde forskellige typer med forskellige egenskaber.

F.eks. har tilsætning af nanokrystaller og aluminiumoxid i materialet, åbnet for nye anvendelsesmuligheder, og fræseskiver af zirconiumdioxide med graduering af translucensen, fra den ene side af skiven til den anden, giver mulighed for højæstetik.



Der findes to måder at arbejde med Zirconiumdioxide.

1. Forsintret Zirconiumdioxide, hvor man fræser i en blød, kridtagtig konsistens og derefter sintrer emnet til fuld tæthed/ styrke.
2. HIP Zirconiumdioxide (Hot Isostatic Pressing) hvor man fræser det i den sintrede form.

(På skolen arbejder vi med forsintret Zirconiumdioxide).

Inden sintring kan man tilføje farver for at give et bedre udgangspunkt for videre arbejde med keramik eller malefarver.



Når man skal fræse i dette materiale skal man være opmærksom på skaleringsfaktoren. Dette betyder at man skal være opmærksom på det antal % som den skive man fræser i skrumper under sintringen. Dette tal kan variere mellem 20-25 %, og er beskrevet på æsken og/ eller selve skiven.

Fordel: 100 % biokompatibelt, stor styrke, opak eller transluscent alt efter valg, flexibelt farvevalg.

Ulempe: Porøs inden sintring, hvilket betyder at emnet nemt kan knække, samt at det kan ”suge” fedt fra fingrene.

Meget hårdt at bearbejde efter sintring.

Hvor benyttes dette: Primært til hætter, kroner, broer (store og små) og abutments. Men også unitors og barrekonstruktioner er en mulighed.

Behandling: Når man bearbejder et færdigsintret emne i zirconiumdioxide, skal man være opmærksom på følgende:

Når man sliber på det, bør det være vandkølet. Alternativt skal man benytte få omdrejninger og lavt tryk med håndstykket, da der ellers kan induceres microrevner i materialet.

Hvis der skal brændes porcelæn på, skal man vælge en type der kan brændes på Zirconiumdioxide og derefter følge brugsanvisningen.



Feldspatkeramik og glaskeramik (Fræsning)

Kender vi fra mk-kroner og fuldkeramikkrone.

De kan nu begge fås i fræsbare versioner. Typisk som små blokke til en restaurering pr. blok.

Hvor benyttes dette: Enkeltkroner og mindre fortandsbroer samt facader, indlæg og onlays.

Fordel: Høj æstetik

Ulempe: Begrænset indikationsområde

Behandling: Kræver vådfræsning, nogle typer skal brændes på specialprogram for at opnå tandfarve, og ellers som alm. keramik.



CoCr (stål) (Fræsning og lasersintrig)

Kan enten fræses ud af en skive eller lasersintres. Det er også muligt at tilgå dette materiale i form af sintermetal. Her er det en skive som er hårdt presset pulver i den rette legering, og som ikke er specielt hårdt at fræse i. Efter fræsning skal restaureringen sintres i specialovn, til den opnår sin fulde styrke. Ligesom zirconiumdioxide.

Hvor benyttes dette: Hætter, broer, unitors, eller ortodonti komponenter

Fordel: Forholdsvis billigt materiale, formstabilt og biokompatibelt.

Ulempe: Uædel legering. Kræver evt. kraftig fræsemaskine.

Behandling: Ved renovering, før evt. porcelænspålægning, skal der benyttes fræsere som ikke også må bruges til højædle metaller.



Titanium (Fræsning og lasersintrig)

Visse titaniumlegeringer (type 5) blandes med Aluminium og Vanadium for at give en stærkere legering. Det har samtidig den fordel at den kræver mindre oxidering og dermed nemmere efterbehandling før keramikbrænding.

Hvor benyttes dette: Hætter, broer og især abutments

Fordel: 4 gange lettere end CoCr, hvilket kan være en fordel for patienten ved f.eks. en fuldkæbebro

Biokompatibel, stærk og billig – brugt ved samtlige implantater.

Ulempe: Besværligt at håndtere, kræver specielle fræsere, kræver speciel behandling ved porcelænbrænding.



Behandling: Hvis man skal brænde keramik på et titaniumstel skal man være meget omhyggelig med overfladen på stellet, da det er essentielt at det er fuldkommen rensset, ellers kan der opstå revner og bobler i keramikken. Det er ikke så udbredt at brænde keramik på titanium da det også kræver sin "egen" porcelænsovn for ikke at forurene andre legeringer.