



16 januar 2026

Planlagt: 09:00-12:00

Eksamensnr: 44

Side 1 af 14

Skriv IKKE her
Start på side 2

Opgave 1.

En patient møder op med en løsnet metalkeramikkrone på -7.

- a. Hvilke præparationsprincipper vil du kontrollere for, når du vurderer stubben for evt. behov for omlavning af metalkeramikkronen? (3 pt.)**

I tilfældet af en løsnet metalkeramikkrone på -7, vil jeg vurdere stubbens konvergensvinkel er tilstrækkeligt lille, samt konvergensfladernes areal og ruhed. Retentionen stiger nemlig i takt med hhv. en lille konvergensvinkel, samt et stort areal af konvergensfladerne, samt at disse flader er ru. Disse faktorer er med til at bidrage til den mikromekaniske retention. Desuden vil jeg sikre mig en jævnt forløbende præparationens grænse, samt en præparation med korrekt dimensionering ud fra restaureringsmateriale, og kontrollere at der er afrundede indre kantvinkler.

Du vurderer, at den metalkeramikkrone må recementeres.

- b. Hvilken cement vil være dit første valg, når den første cementering mislykkedes? Begrund. (3 pt.)**

Et typisk førstevalg til cementering af en metalkeramisk krone på -7 ville være fosfatcement. For at øge retentionen når nu første cementering mislykkedes, vil man kunne recementere kronen med glasionomercement i stedet, da denne har en øget trykstyrke og trækstyrke sammenlignet med fosfatcement (ca. 200 MPa for konventionel glasionomercement).

- c. For den valgte cement, hvilke forbeholdninger bør laves på tanden og i metalkeramikkronen for at sikre retentionen? (4 pt.)**

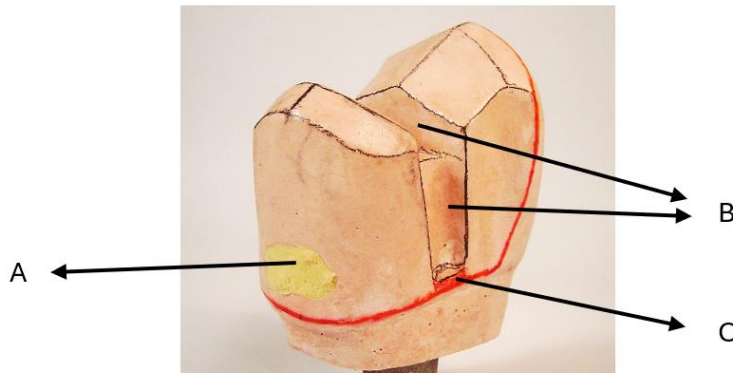
Første sikres det at kronen er rengjort og fri for eventuelle gamle cementrester inden kronen recementeres. Dette fjernes evt. med en fyldningsfjerner, og kronen kan endvidere rengøres med pimpsten efterfulgt af grundig skylning ved vand og tørring. Ved brug af konventionel glasionomercement er der ikke behov for adhæsiv eller primer. Dog vil det være muligt at foretage selektiv ætsning af emajlen med fosforsyre for at øge retentionen, idet ætsning af emajlen øger mikrorelieffet og fjerner smørelaget. (Såfremt der er emalje vurderes ud fra mængden af resttandssubstans). Glasionomercement består af et pulver og en væske, som ved sammenblanding medfører en kemisk afbinding af cementen.

- Pulveret består af calciumaluminiumsilikatglas, fremstillet ved opvarmning af calciumfluorid, aluminiumoxid og siliciumoxid (ved ca. 1100-1500 grader celsius), som knuses til et fint pulver.
- Væsken er en vandig opløsning af polycarboxylsyre, der er stærkt sur med en pH ca. 1,5.

Efter rengøring af kronen sikres det, at stubben og området er tørt for saliva, blod og vand. Der cementeres med en kraft på 40 N svt. omtrent 4 kg, for at udpresse cementoverskuddet, som tilslut fjernes.

Opgave 2.

Billedet herunder viser, hvordan en aftagelige præparationsmodel af en partiel guldkrone på 4+ kunne have set ud mesio-lingualt fra: Præparationsgrænsen er markeret med rødt. Facialfladen er urørt.



a. Hvad hedder 4+ i to-ciffersystemet (det internationale system)? (1 pt.)

4+ hedder 14 i to-ciffersystemet.

Mesialt, okklusalt og distalt er præpareret furer som angivet med B.

b. Hvilket hovedformål tjener disse furer, og hvad kaldes de derfor? (2 pt.)

Disse furer, angivet med B, kaldes en *stabiliseringsfure*, hvis formål er angivet i selve navnet - netop at *stabilisere* tanden. Ved stabilisering forstås en modstand mod kræfter og ydre påvirkning, som ikke er i aksial retning – dette er nemlig retentionen.

Det gult markerede område lingualt (A) er fosfatcement, som er anbragt på den aftagelige præparationsmodel, inden den er blevet påført et meget tyndt (ca. 2 µm) lag lak.

c. Hvad er formålet med at anbringe denne fosfatcement? (2 pt.)

Formålet med at anbringe et lag fosfatcement på gipsmodellen, som markeret med A, er at eliminere underskæringer.

d. Hvad er formålet med at lakere modellen? (2 pt.)

Ved at lakere gipsen, vil man øge gipsmodellens modstandsdygtighed overfor korrosion. Således bliver gipsen mindre følsom for eksempel vandpåvirkning.

Furen ender $\frac{1}{2}$ -1 mm fra præparationsgrænsen svarende til det røde område markeret med C.

- e. Hvad er formålet med at lade dette smalle (røde) område forblive gingivalt for furen? (2 pt.)

Det smalle røde område gingivalt for furen, markeret med C, er en *bevelpræparation*. En bevelpræparation præpereres parallelt med tandens præparationsakse i aksial retning, i tilfælde hvor der er en skulderpræparation. Dette er fordelagtigt da en bevel mindsker cementfilmtykkelsen, samt forbedre overgangen mellem tand og restaurering. Derved opnås nedsat risiko for spalter og dermed sekundære skader, samt kantmisfarvninger over tid.

- f. Hvilken gipstype er anvendt til modellen? (1 pt.)

Den gipstype der er anvendt er formentligt special hårdgips (type IV eller V). Specialhårdgips, som indeholder alfasemihydratpartikler (mindre porøse), er bedre egnet til at gengive fine detaljer, som f.eks. en præparationsgrænse, sammenlignet med almindelig hårdgips (betasemihydratartikler, mere uregelmæssige og porøse). Desuden har special hårdgips øget styrke.

Opgave 3.**Match hver komponent i et plastfyldningsmateriale med dens respektive funktion. (10 pt.)**

- | | |
|--------------------|--|
| (A) plastmonomerer | () forhindrer unødigt polymerisering og forlænger materialeopbevaring på lager |
| (B) fyldstof | () minimerer indre misfarvning i materialet forårsaget kontakt med dagslys |
| (C) pigmenter | () justerer plastmaterialets viskositet, optiske og fysiskmekaniske egenskaber samt røntgenkontrast |
| (D) initiator | () sammenholder materialemasse og forårsager polymerisationskontraktion alt efter molekylélængde |
| (E) inhibitor | () igangsætter polymerisering i plastmaterialet vha. lyspåvirkning |
| (F) UV-absorberer | () justerer farvetone, -mætning og lyshedegrad i materialet |

*Svar:***A) Plastmonomer**

Sammenholder materialemasse og forårsager polymerisationskontraktion alt efter molekylélængde

B) Fyldstof

Justerer plastmaterialets viskositet, optiske og fysiskmekaniske egenskaber samt røntgenkontrast

C) Pigmenter

Justerer farvetone, -mætning og lyshedegrad i materialet

D) Initiator

Igangsætter polymerisering i plastmaterialet vha. lyspåvirkning

E) Inhibitor

Forhindrer unødigt polymerisering og forlænger materiale opbevaring på lager

F) UV-absorberer

Minimerer indre misfarvning i materialet forårsaget kontakt med dagslys

Opgave 4.

Nedenstående spørgsmål vedrører den i opgave 2 omtalte fosfatcement.

a. Hvad består pulveret hovedsageligt af? (1 pt.)

Pulveret i fosfatcement består hovedsageligt af zinkoxid (ZnO), som endvidere indeholder 10 vægt% magnesiumoxid (MgO).

b. Hvad består væsken hovedsageligt af? (1 pt.)

Væsken i fosfatcement består hovedsageligt af en 50 vægt% vandig opløsning af fosforsyre. Væsken er pufret med aluminiumfosfat (AlPO_4) samt zinkfosfat (ZnPO_4). Vandindholdet er ca. 33 vægt%. Opløsningen er stærkt sur med en pH på ca. 1.

c. Hvordan kan det forklares, at afbindingshastigheden stiger med faldende kornstørrelse? (2 pt.)

Afbindingshastigheden stiger med faldende kornstørrelse, idet der således vil være en mindre cementfilmtykkelse. Dermed en tyndere masse som skal afbinde.

d. Hvad forstås ved cementens arbejdstid? (2 pt.)

Cementens arbejdstid er ikke så veldefineret som *afbindingstiden*, men det er den tid, som tandlægen har fra udrøringens afslutning til det tidspunkt, hvor cementen stadig har mulighed for at blive cementseret. Altså en tid inden cementen er for fast, hvormed cementoverskuddet ikke længere kan udpresses tilstrækkeligt for at opnå en tilstrækkelig cementfilmtykkelse.

e. Nævn to grunde til at det ikke er tilrådeligt at forlænge arbejdstiden ved at foretage en tyndere udrøring end svarende til tyk fløde? (2 pt.)

Den optimale konsistens for en fosfatcement er som ovennævnt tyk fløde. Det er endvidere korrekt at ved en tyndere udrøring, ved et ændre på forholdet mellem væske og pulver, forlænger arbejdstiden. Dette er dog ikke hensigtsmæssigt, idet det forringer fosfatcementens mekaniske egenskaber, samt dens afbindingsgrad betydeligt, hvorved retentionen påvirkes i en negativ retning. Man kan i stedet udrøre cementen på en varmeafledende overflade, eksempelvis en afkølet glasplade, for at forlænge arbejdstiden, uden at påvirke cementens mekaniske egenskaber.

f. Hvad forstås ved den effektive, maksimale kornstørrelse, og hvad har den betydning for? (2 pt.)

Den effektive maksimale kornstørrelse er selve størrelsen på pulverets partikler – altså *korn*. Kornstørrelsen på cementer fås op til 50 µm, men ved retentionscementer, herunder fosfatcement, anbefales en maksimale kornstørrelse på 25 µm. Dette har nemlig betydning for cementfilmtykkelsen. En mindre kornstørrelse vil alt andet lige betyde, at det er lettere at opnå en tynd cementfilm (Forsøg: Ved at placere cementen mellem to glasplader. Den mindste cementfilmtykkelse, vil være lig den effektive, maksimale kornstørrelse i cementen, svt. Afstanden mellem de to glasplader). En lille cementfilmtykkelse medfører en øget retention.

Opgave 5.

I din praksis anvender du et multimodalt bindingssystem, som har god kvalitet og fungerer godt i dine hænder ved fyldningsterapi. En salgsrepræsentant fra materialefirmaet kontakter dig fordi der er kommet en nye, forbedret udgave af bindingssystemet. Ifølge fabrikanten er der tilføjet stoffer for røntgenkontrast og med antimikrobielle virkning. Hvilke informationer har du brug for (5 pt.), og hvilke overvejelser vil du gøre dig (5 pt.), inden du beslutter dig om udskiftning til det nyt produkt eller ej? Tag gerne i betragtning bindingssystemets lagtykkelse og placering i kavitæt.

Fabrikanten oplyser, at der i det nye bindingssystem er tilføjet stoffer for røntgenkontrast, og at bindingssystemet har antimikrobielle virkninger. Disse egenskaber vil som udgangspunkt være nyttige og en klar fordel for både behandleren såvel som patienten. Dog skal man bruge yderligere informationer om bindingssystemet er testet i grundigt nok omfang. Hertil har man brug for information ift.:

Hvordan er bindingen over tid, er det kompatibel med de plasttyper vi benytter os af på klinikken, samt måske vigtigst af alt - hvordan er de biologiske egenskaber af bindingssystemet? Det er i sær på grund af den antimikrobielle effekt, at der bør opstå noget sund skepsis vedrørende de biologiske egenskaber: Er der så en høj pH, er der en lav pH, eller er der tilsat nogle bakteriocide eller bakteriostatisk midler? Har bindingssystemet negative effekter på pulpa, virkninger og vil det således kunne medføre pulpaskader, nekrose, smerter eller pulpairritation?

Generelt. Er det ekstremt vigtig at overveje og undersøge, om bindingssystemet er testet i grundigt nok omfang til at det kan erstatte det multimodalesystem, som klinikken i forvejen bruger ved fyldningsterapi, da denne er et bindingssystem som er testet grundigt.

Opgave 6.

- a. Nævn de tre hovedfaktorer som fjernelseskraften dvs. den kraft, der skal til for at fjerne et aftryk fra aftryksområdet, afhænger af, hvis aftrykket omfatter regio +45678. (2 pt.)**

Fjernelseskraften afhænger af: Friktionen, undertrykket og deformationskraften.

- b. Hvilken af disse er uafhængig af typen af aftryksmateriale? (1 pt.)**

Undertrykket er uafhængigt af aftryksmaterialet.

- c. Nævn tre grunde til at et alginataftryk til en studiemodel af dette område kræver mindre fjernelseskraft end et præcisionsaftryk taget med polyether. (2 pt.)**

Et alginataftryk til en stuemodell kræver mindre fjernelseskraft sammenlignet med et præcisionsaftryk taget med polyether, idet alginat har en lavere elasticitetsmodul. Derved er alginat et mere *slapt* materiale med større elasticitet. Alginat udviser derudover størst sekundær krybning og vil deformeres lettere plastisk, hvorfor det vil være lettere at fjerne fra aftryksområdet.

- d. Nævn de tre faktorer der påvirker deformeringskraften. (2 pt.)**

Deformeringskraften påvirkes af materialets elasticitetsmodul, samt materialets sejhed og rivestyrke.

- e. Hvad forstås ved monofase teknik? (1 pt.)**

Ved monofase forstås det, at man i aftryksske og aftrykssprøjte anvender et aftryksmateriale med samme viskositet, hvorved de afbinder samtidigt.

- f. Hvad forstås ved ét-trins teknik? (1 pt.)**

Ved ét-trins-teknik forstås det, at man udfører aftrykstagningen i ét trin og altså ikke skal have et primæraftryk først.

- g. Hvilken af de forskellige konsistenser, som mange elastomere aftryksmaterialer forhandles i, giver størst detailgengivelse? (1 pt.)**

De elastomere aftryksmaterialer forhandles i fire viskositeter: *Putty*, *heavy body*, *medium body* og *light body*. *Light body* giver størst detailgengivelse, idet det er det materiale med den laveste viskositet, og dermed det materiale med den bedste flydeevne (da mængden af fyldstof er mindre end de øvrige konsistenser).

Opgave 7.

Hvilke af følgende keramiske materialer til dentalbrug har de nedenstående egenskaber? Udfyld skemaet (3 pt.) Angiv desuden anvendelse for hver keramiktype. (7 pt.)

Keramiktype	Anvendelse	Bøjestykke (MPa)	Fraktursejhed (MPa.m ^{1/2})	Lystransmission igennem 1 mm
A		70-120	1	Høj
B		120-180	1,5	Høj
C		360-500	2-3	Høj
D		650-750	3-5	Mellem
E		750-1200	4-9	Mellemlav
F		800-1500	9-12	Lav

Svar:

A) Påbrændingskeramik

Anvendelse: Påbrændingskeramik på metalliske restaureringer. Eksempelvis MK-korne med Co-Cr metalskelet.

B) Feldspatisk keramik

Anvendelse: Æstetiske restaureringer i frontregion, hvor der er behov for gode optiske egenskaber, altså en restaurering med god translucens.

C) Lithiumdisilikat

Anvendelse: Kroner eller indlæg, hvor der er behov for god retention til tand men områder hvor belastningsforhold ikke er for krævende. Eksempelvis endokroner eller onlay i f.eks. præmolarregionen.

D) 3. generations zirkoniumdioxid

Anvendelse: Kroner, hvor der er behov for gode optiske egenskaber men ikke i lig så høj grad styrke. Eksempelvis fortandskroner eller andre områder, hvor kosmetiske faktorer har en indflydelse.

E) 2. generations zirkoniumdioxid

Anvendelse: Kroner og eventuelt broer, i områder der både stiller krav til æstetik men hvor der samtidig er behov for øget styrke.

F) 1. generations zirkoniumdioxid

Anvendelse: Kroner og broer i områder med høje belastningsforhold, hvor der er behov for stor styrke og fraktursejhed f.eks. i molarområder eller patienter med bruxisme.

Opgave 8.

Når en fugtig gipsmodel tørrer helt stiger hårdheden med 150 %.

- a. Idet processen er reversibel, hvor mange % falder hårdheden af den tørre model så, når denne atter befugtes? (2 pt.)

Hårdheden af gipsmodellen falder markant, når denne atter befugtes idet omdannelse fra semihydrat til dihydrat er reversibel (se nedenstående reaktionsskema i opgave 8e). Hårdheden vil falde med 50%.

- b. Nævn to andre meget, meget væsentlige faktorer, der har betydning for gipsens hårdhed. (2 pt.)

Foruden afbindingsgraden vil vand:pulver forholdet, samt udrøringstid og intensitet have betydning for gipsens hårdhed.

- c. Hvorfor afbinder gips ikke ved 97°C? (2 pt.)

Gips afbinder hurtigst ved 40°C med aftagende afbindingshastighed ved både stigende og faldende temperaturer. Ved 97°C vil vandet begynde at fordampe, hvorved der ikke vil være tilstrækkelig med vand til at reagere med semihydratpulveret. Dermed kan der ikke ske krystalvækst i gipsmassen, hvorfor gipsen ikke ville kunne afbinde. Der vil dermed ikke kunne ske nogen udfældning.

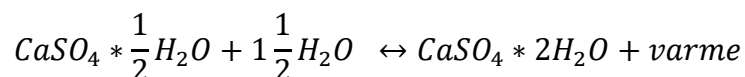
Et gennemskåret gipsprøvelegeme af en ikke vakuumbehandlet gips, viser at 9 % af overflade-arealet udgøres af luftblærepørøsitet.

- d. Hvor mange % af prøvelegemets volumen udgøres af luftblærepørøsitet, når det forudsættes, at luftblærepørøsiteten er jævnt fordelt i hele prøvelegemet?

Et gennemskåret gipsprøvelegemes overfladeareal udgøres af 9% luftporøsiteter, hvilket må betyde at gipsens volumen udgøres af 3 gange så stor luftblærepørøsitet, svarende til 27%.

- e. Hvilke tre ændringer af kemisk og fysisk - herunder mekanisk - karakter er gipsens afbinding ved stuetemperatur ledsaget af? (2 pt.)

Under gipsen afbinder forløber reaktionen således:



Gipsens hårdhed tiltager ved afbinding, gipsmassen udvikler varme ved afbinding, gipsen undergår en faseomdannelse, hvorefter vandet vil fordampe under afbinding.

Opgave 9.

Hvad forstår du ved følgende begreber, der omhandler dentalmaterialernes egenskaber?

a. Elasticitetsmodul (2,5 pt.)

Et materiales elasticitetsmodul er et mål for materialets *stivhed*. Et materiale med en stor elasticitetsmodul betegnes derved som et *stift* materiale, mens et materiale med en lille elasticitetsmodul betegnes som et *slapt* materiale. Elasticitetsmodulen kan også beregnes $E = \frac{a}{b}$ eller aflæses ud fra en kurve. E modulen er ”stejlheden” af kurven ved det lineære stykke af arbejdslinjen, når kurven beskriver deformation i % som funktion af tiden.

b. Krybning (2,5 pt.)

Når et materiale udsættes for en længerevarende belastning under dets elasticitetsgrænse, vil materialet begynde at opføre sig som en højviskøs væske. Dette fænomen kaldes for *krybning*. Krybning kan yderligere deles op i *primær krybning* (reversibel, elastisk deformation) samt *sekundær krybning* (irreversibel, plastiske deformation). Krybning kan illustreres ved en såkaldt krybekurve, med deformation i % ad y-aksen, samt tid af x-aksen.

c. Sejhed (2,5 pt.)

Sejhed er et mål for materialets maksimale deformation uden at materialet indsnøres (hvilket kan testes ved trækprøvning). Stål er et eksempel på et sejt materiale.

d. Hårdhed (2,5 pt.)

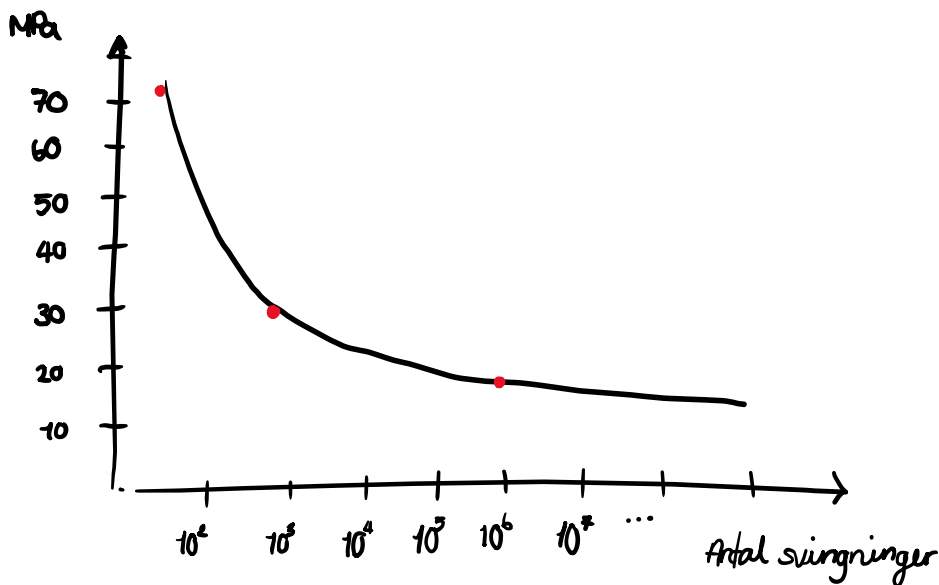
Ved hårdhed forstås et materialets modstand mod indtrængen af et andet, hårdere materiales i dets overflade. Hårdheden af et materiale kan måles ved forskellige hårdhedsmålemetoder, eksempler herpå er Brinnehårdhed, Vickerhårdhed, Wallace hårdhed og Knoopshårdhed.

Opgave 10.

Et protesebasismateriale af akryl har en bøjestykke på 72 MPa. Ved 10^3 belastninger er styrken 28 MPa og ved 10^6 belastninger 18 MPa.

a. Skitsér en Wöhlerkurve for dette materiale. Der skal enheder ud ad akserne. (4 pt.)

En Wohlerkurve illustrerer et *udmatningsbrud*. Wohlerkurven illustrerer den belastning, der fører til brud af materialet, som funktion af antal svingninger (bøjning) under to-punkts bøjning. Enheden ad y-aksen er MPa, og ad x-aksen ses antal svingninger. Nedenfor ses kurven skitseret for protesebasismaterialet ud for de angivne punkter (markeret med rød). Proteasebasismaterialet udviser ikke en *udmatningsgrænse*, men derimod en *udmatningsstyrke*.



b. Angiv fem faktorer dels ved valg af materiale dels ved udformning af en helprotese, som kan forebygge udmatningsbrud. (3 pt.)

Udmatningsbrud kan forebygges ved følgende tiltag:

- Materialevalg:
 - Valg af varmpolymeriseret PMMA fremfor koldpolymeriseret PMMA
 - Valgt af protesetænder af plast fremfor porcelæn, da disses termiske ekspansionskoefficient (TEK) vil være tilnærmelsesvist tæt på protesebasis materialets TEK i modsætning til porcelæntænder.
- Udformning af protesebasis:
 - Korrekt kongruens
 - Korrekt dimensionering og udformning, særligt ved den dorsale vulst
 - Grundig polering for at eliminere eventuelle mikrorevner
 - Korrekt opbevaring af protese (patienten)

c. Hvilken anden form for brud kan ikke sjældent forekomme ved helproteser? (1 pt.)

Foruden udmatningsbrud, kan protese også komme ud for *slagbrud*, også kaldet *slagbelastningsbrud*.

Ved pludselige belastninger må protesebasismaterialer betegnes som sprøde.

d. Hvorledes karakteriseres sprøde materialer med hensyn til materialeegenskaber? (2 pt.)

Sprøde materiale karakteriseres ved lav duktilitet og lav styrke. Sprøde materialer har desuden lav evne til at toppe revneudbredelse når dette først er begyndt – typisk ud fra et kærvsnit. Strukturfejl som porøsiteter og mikrorevner kan fungere som kærvsnit ved protesebasismaterialer. Et andet eksempel på sprøde materialer er keramiske materialer, der vil fakturere ved et såkaldt *sprødt* eller *skørt* brud.