

# Fibre i byggematerialer med særlig vægt på asbestformer.

Fundal Consult Februar 2006

## Indledning:

Trækstyrken i naturlige bjergarter eller kompositter fremstillet på basis af cement og sand er meget mindre end trykstyrken, og tidlige bygningsteknikere fik meget hurtigt den indlysende tanke at fremstille en komposit, der kunne rette op på det forhold. Armering med stål er jo én kendt løsning, men hvis man samtidigt ønsker at nedsætte egenvægten, er det jo ikke indlysende vejen frem. Det varede heller ikke længe før der eksperimenteredes med at fremstille kompositter med de forskellige former for naturligt forekommende fiberformede silikater, der i almindelighed alle betegnedes som asbest, hvilken samlebetegnelse også bruges i dag, på trods af at egenskaberne er forskellige, specielt den ene type asbest i forhold til de øvrige. I det følgende beskrives asbest typernes egenskaber, deres hyppighed i byggematerialer, identifikation og helbredsmæssige forhold.

## Asbest og andre fibre i kompositter.

Følgende definition på asbest kan man finde i Glossary of Geology:

- a) Et handelsnavn der anvendes om en gruppe af silikatminerale, der let skilles i tynde stærke fibre, der er bøjelige, varmfaste, kemisk modstandsdygtige og derfor er velegnede til forskellige formål (garn, klæder, papir, maling, bremsebelægninger, tegl, isolation, cement, filler og filtre), hvor der er brug for egenskaber som ubrændbarhed, elektrisk isolering eller modstandsdygtighed overfor kemikalier.
- b) Et mineral i asbestgruppen, fortrinsvis crysotil (der er bedste egnet til at blive spundet) og visse varieteter af amfiboler ( hhv. amosit, anthophyllit og crocidolit)
- c) et term, der begrænset anvendes om fiberformet actinolit.

En udlånt mineralprøve med betegnelsen "asbest" fra Mineralogisk Museum viste sig at være anthophyllit. Så selv for mineralogerne er det somme tider nok blot at vise eksempler med "asbeststruktur".

Når der i det følgende afsnit lægges vægt på nærmere at gennemgå de asbestdannende mineralers egenskaber, hænger det sammen med senere afsnit i oplægget, og er således blot ikke mineralogi for mineralogiens skyld.

En skematisk oversigt over de forekommende asbestdannede mineraler er vist som bilag, og desuden tilføjet eksempler på andre fibre, der anvendes i kompositter eller som keramisk isolering.

Asbestdannede mineralerne kan deles i to grupper. 1) serpentin asbest med betegnelsen crysotil, er det ene endeledd i en blandingsrække, hvoraf kun dette, det magnesiumrige, kan optræde i asbest form. 2) amfibolgruppen, der består af 4 forskellige blandingsrækker, hvis navne og handelsnavne er vist i skemaet. 3) Et tredje silikat er mineralet wollastonit, der danner sprøde fibre, og som ikke kan anvendes til samme formål som de øvrige, men er meget velegnet til at magre lerkeramik, og for øvrigt i Danmark har det været produceret under handelsnavnet Synopal, tidligere produceret på en fabrik i Thy ved smeltning af råvarerne kvarts og kalk og efterfølgende devitrificering, der medfører dannelsen af en fiberstruktur.

Endelig er der også i skemaet medtaget glassilikat fibre og organiske fibre, selvom det selvfølgelig er de asbestdannende mineraler, der jfr. titlen har størst interesse.

Ved en betragtning af skemaet ses det, at amfibolerne omtales som inosilikater eller kædesilikater. Krystalstrukturen er lange kæder af  $(\text{Si,Al})\text{O}_4$  tetraedre, der medfører, at der er svaghedsplaner - såkaldt spaltelighed - i samme retning som disse kæder. Alle amfiboler har denne spaltelighed, men visse sammensætninger af blandingsminerale har tilbøjelighed til at danne asbestform, altså

ganske tynde fibre. Crysotil adskiller sig fra amfibolerne ved at være et i familie med laggittersilikater, familien af lerminerale, og det er vist endnu ikke forstået og forklaret, hvorfor endeledet af serpentin blandingsmineralet crysotil kan forekomme i asbeststruktur.

Actinolit er sammen med almindelig hornblende det mest almindeligt forekommende sekundære mineral i bjergarter. Begge forekommer således i Danmark i jorden eller i løsblokke. Actinolit kan også være en urenhed i det kendte isoleringsmateriale vermiculit. Actinolit og almindelig hornblende besidder selvfølgelig gruppens prismatiske spaltelighed.

Ved en betragtning af skemaet ses det, at forskellen i krystalstrukturen også giver sig udslag i de fysiske egenskaberne. Crysotil er det silikat af dem alle, der har den mindste Mohs hårdhed, en hårdhedsskala, der ofte anvendes i mineralogien. I skemaet er også anført hårdheden på Vickers skalaen, der absolut bør foretrækkes. 600 HV svarer nogenlunde til hårdheden af almindeligt knivstål. Glassilikaterne har som vist samme hårdhed, og kun den ene varietet af asbest, montasit, har en smule mindre hårdhed. Sagt på en anden måde er crysotil asbest betydeligt mindre sprødt end de øvrige asbest typer, dvs fibrene knækker ikke så let. Crysotil anses at have den største trækstyrke, og det er derfor ikke så overraskende, at det er den asbestform, der gradvist vandt den største udbredelse i kompositter. Det skønnes, at der i mere end 95% af asbestholdige kompositte materialer er anvendt crysotil.

I Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 1502 finder man de samme definitioner som i skemaet, men der skelnes ikke her imellem asbesttypernes fysiske egenskaber.

Fibertykkelsen er i skemaet anført for nogle af produkterne, og for silikaternes vedkommende varierer den set i lysoptisk mikroskop fra opløsningsgrænsen på 0,2 µm til 5 µm. Ved fx anvendelse af skanning elektron mikroskopi (SEM), kan man selvfølgelig påvise fibre mindre end 0,2 µm.

Crysotil asbest adskiller sig også fra amfibol asbest ved ikke at forekomme sammen med kvarts. Crysotil forekommer sammen med massiv serpentin og talk, og er et omdannelsesprodukt fra olivinrige, såkaldte ultramafiske bjergarter.

På grund af de nævnte egenskaber har crysotil fundet mange flere anvendelser end de øvrige asbesttyper på trods af kortere fiberlængde. Først og fremmest kan mineralet væves, og har derfor været velegnet til fremstilling af ildfaste beskyttelsesdragter, tætningsbånd, ildfaste hjælpemidler i laboratoriet o.m.a., og så ikke mindst i byggeindustrien som tagplader.

Konklusionen er, at den almindelige beskrivelse af asbestprodukter gennem årene har været for snæver, og derved er der ikke taget hensyn til, at forskellene i de fysiske egenskaber kan have haft forskellig betydning i forhold til vurderingen af helbredstruslen ved omgang med disse.

### **Asbestfibre i produktionen og nedrivning**

Som nævnt er crysotil den mest anvendte asbest, især efter 1980 og ikke mindst i byggeplader. I de kendte byggeplader (Eternit m.m.) udgør fibre 10-15 %. Bindere er cement og øvrigt filler materiale er som oftest lidt fint kvartssand. Asbest forekommer så godt som udelukkende i fiberbunder.

Udfasningen af asbest har selvfølgelig medført indførelsen af andre fibertyper, som også er vist i skemaet, og her kan det generelt siges, at tendensen er klart i retning af flere enkeltfibre jævnt fordelt i produktet. Det ses især tydeligt ved fiberforstærkning med cellulosefibre.

For glasuld og mineraluld er der tale om en mellemting. Måden, hvorpå de sprøde fibre fordeler sig i produktet, har selvsagt betydning for forekomsten af løse fibre ved knusning og overbrækning under nedrivning.

Cementbundne produkter er ikke stabile under atmosfæriske betingelser, og der begynder straks efter hærdningen en omdannelse af cementhydraterne til calciumcarbonat og amorf silica, den proces der benævnes karbonatisering. På grund af tætheden i fiberforstærkede plader er det en langsom proces, der dog kan gå hurtigt, fx hvis pladerne exfolierer pga frostsprængning.

Syreangreb og almindelig mekanisk forvitring eller en kombination deraf medfører en frilæggelse af fibre i overfladen.

Ser vi nu først på knusning og overbrækning er grundstrukturen af stor betydning.

En crysotil forstærket plade knækker nærmest i et sprødbrud også, hvis den er karbonatiseret. Crysotil forekommer som nævnt i bundter af fibre og maksimalt 1 cm lange. Ved overbrækningen trækkes fiberbunttet ud af enten den ene eller den anden bruddel. I begge brudflader sidder således "asbestduske" fæstet.

Hvis der er tale om en blanding af mineraluld og crysotil, ses også et sprødbrud, men de sprødere mineraluldsfibre vil være løsere eller lettere at løsne/knække end den førstnævnte ved stød mod andre materialer. Den betragtning gælder også, hvor der har været anvendt amfibol asbest i produkterne.

Ved forsøg med knække almindelige, let forvitrede crysotil forstærkede plader, kan der ikke påvises asbestfibre i det støv, der derved kan opsamles.

Helt anderledes er forholdene ved håndteringen af stærkt overfladeforvitrede pladematerialer. På en crysotil forstærket plade kan fibrene så at sige "rulles/gnides af", ved at gnubbes mod hinanden eller andre byggematerialer under transport, men de frilægges ikke nødvendigvis som enkeltfibre. Dette vil på den anden side i højere grad være tilfældet for plader forstærket med amfibol asbest og mineraluld/glasuldsfibre.

Det er jo ganske klart, at en højtryksafrensning af forvitrede fiberforstærkede overflader i høj grad vil have en tendens til frigøre bundter af fibre og til en vis grad også frilægge enkeltfibre.

Konklusionen er derfor, at der udfra eksperimentelle og strukturelle forudsigelser ikke kan forventes spredning af respirable asbestfibre fra crysotil forstærkede plader under almindelig nedrivning, og at der i højere grad vil forekomme enkeltfibre fra mineraluldsforstærkede plader og plader forstærket med amfibol asbest.. Ubehaget kendes også fra håndtering og skæring af mineraluldsmåtter.

Endelig bør det tilføjes, at når der er brugt fin kvarts som filler, vil der fremkomme kvartsstøv fra plader, der knækkes, og ved at pladerne gnider indbyrdes mod hinanden eller andre byggematerialer. Den på den måde frilagte kvarts vil have en finhed nøjagtigt svarende til den oprindelige ved fremstillingen, og her er der kun i meget ringe grad tale om kvarts i den respirable fraktion - 5 µm. Den amorfe silica, der dannes ved karbonatisering, kan formentlig ikke anses for årsag til forekomsten af stenlunger (silikose).

Det bør i denne forbindelse nævnes, at hvis der under nedrivningen også forekommer teglsten og mursten, frigives der ved overbrækning og indbyrdes slid, kvartspartikler stammende fra den naturlige, oprindelige forekomst af finkornet kvarts (silt) i leret. En lille fraktion heraf kan være i den respirable størrelse < 5 µm.

### **Prøvetagning og identifikation af asbest.**

Først vil jeg gennemgå den metode, jeg selv benytter ved bestemmelse af om en prøve indeholder asbest, herunder kommentere prøvetagningsmetoderne udenfor laboratoriet.

Dernæst vil jeg kort omtale den amerikanske standard for samme, som minder om min egen fremgangsmåde, men som er meget omstændelig.

I de allerfleste tilfælde ud af de næsten 1000 prøver, jeg har modtaget til undersøgelse, har det drejet sig om at afgøre, om der er eller ikke er asbest i det tilsendte lille prøvestykke.

Under en stereolup "slides" eller skræbes med en skalpel en prøve af de forekommende fibertyper og overføres til et objektglas og tilføres et par dråber immersionsolie med en lysbrydning på 1,54. Under dækglas betragtes prøven i polarisationsmikroskop. Hvis den ene af hovedsvingningsretningerne på anisotrope fibre har samme lysbrydning som væsken, er der tale om crysotil asbest. Hvis der er tale om en asbestlignende fiber med højere lysbrydning end 1,54, kan en

ny prøve af fiberen betragtes i en væske med  $N = 1,65 - 1,67$ . Er der tale om polarisation parallel med fiberaksen er det anthophyllit, men ellers er det ikke nemt at adskille de øvrige 3 typer fra hinanden. Men med henvisning til skemaet kan man også roligt fastslå, at det er tilstrækkeligt at vide, om der er tale om crysotil eller amfibol asbest.

Glassilikater er amorfe og glasuld har  $N \ll 1,54$  (ca 1,51) og mineraluld  $\gg 1,54$  (ca 1,58). Cellulosefibre er lette at kende og er faktisk også dobbeltbrydende idet  $N_D \neq > 1,54$  og  $N_D \perp < 1,54$ .

Men i almindelighed er det for tiden kun afgørende at vide, om der er asbest eller ej i prøven.

En anden mikroskopimetode til bestemmelse af mineraler med samme lysbrydning som immersionsvæsken er fasekontrastmikroskopi. Denne metode er mere sikker end almindelig polarisationsmikroskopi, når der er tale om at bestemme tilstedeværelsen af fibre med samme tykkelse som den maksimale opløsning på lysmikroskopet, dvs.  $0,2 \mu\text{m}$ , og forudsat der er mulighed for at vælge en lysbrydning af immersionsvæske tæt på lysbrydningen af det mineral, der skal bestemmes. Metode er modificeret til asbest bestemmelse eksplicit omtalt i vejledningen fra OSHA (Occupational Safety and Health Administration, membranfiltermetoden) og i følge denne velegnet ved kvantitative undersøgelser af prøver af luftbåren støv. Det er også den, der summarisk henvises til i bilag til bekendtgørelse Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 1502.

En kort gennemlæsning af denne metode viser, hvor indviklet bestemmelsen kan udføres, bl.a. fordi al håndtering tager udgangspunkt i, at der her er tale om et overordentligt giftigt stof. Den er også omtalt på samme måde i Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 1502..

I vejledningen fra OSHA er der en kort beskrivelse af de kendte asbestmineraler, som er omtalt i skema og tillige en kort gennemgang af de metoder, man råder over til bestemmelse af asbest.

Jeg er helt enig med vejledningen i, at anvendelsen af polarisationsmikroskopet med en øvet mikroskopiker er den mest rationelle og billigste metode til bestemmelse af asbest. Røntgen diffraktion (XRD) kan tænkes at være et alternativ, men bortset fra, at det er et kostbart analyseudstyr, er metoden også begrænset til kun at kunne anvendes ved indhold  $> 5\%$ , og metoden kan heller ikke skelne mellem, om mineralet optræder i asbestform eller ej.

Vejledningen nævner også lysmikroskopets nedre opløsningsgrænse på  $0,2 \mu\text{m}$ , der kun kan overskrides ved anvendelse af elektronmikroskopi. Ved anvendelse af Skanning Elektron Mikroskopi (SEM) eller Skanning Transmissions Elektron Mikroskopi (STEM) vil også fibre mindre end  $0,2 \mu\text{m}$  kunne afbildes mne ikke adskilles på type.

Fibre er i flg. OSHA's definition partikler med et forhold  $L:B = 3:1$ , også selvom det anføres, at forholdet oftest er  $> 100:1$ . Denne definition har bekendtgørelse nr. 1502 overtaget. Mange mineraler har prismatisk spaltelighed og ikke mindst som nævnt den store gruppe af amfiboler, der ikke danner asbest, ligesom deres nærmeste familie pyroxener heller ikke gør det. Ved den mekaniske nedbrydning af disse mineraler dannes som oftest små spaltestykker med det nævnte forhold  $3:1$  eller større end dette. De findes overalt i danske sedimenter (moræneaflejringer, strandsand, m.m.).

Det er i øvrigt netop "asbest egenskaberne", der bevirker, at det er svært for ikke at sige næsten umuligt, at "skære" dem op i korte fibre, fordi der ved mekanisk påvirkning vinkelret på fiberaksen blot sker en yderligere opdeling til mindre fibre. Men set ud fra et sundhedsmæssigt synspunkt er der ingen tvivl om at tynde fibre af længde  $< 5 \mu\text{m}$  med et  $L:B = 100:1$  er farlige, fordi de vil forekomme i svævestøv og vil blive indåndet helt ned i lungens alveoler. Men de er som sagt ikke mulige at identificere ved hjælp af lysoptisk mikroskopi

De i OSHA vejledningen anførte optiske egenskaber for de forskellige asbest mineraler er direkte forkerte for 3 af asbesttypernes vedkommende. I øvrigt kræver det en grundig uddannelse i anvendelse af polarisationsmikroskopi på mineraler at kunne forstå og anvende OSHA

vejledningen. På mere end 4 sider beskrives teorien sammenfattende, men den er ikke til megen gavn for begynderen, og den øvede mikroskopiker kan se bort fra den.

Angående selve prøvetagningen er der ikke noget problem; et enkelt hjørne på ca. 1 cm<sup>2</sup> af en eller anden bygningsplade, er repræsentativ og tilstrækkelig til bestemmelse af fibertypen.

Under en mangeårig bestemmelse af respirabelt alpha-kvarts og cristobalit på F.L. Smidths laboratorium, hvor der som et dobbeltcheck anvendtes både kvantitativ fasekontrast mikroskopi (partikeltælling) og kvantitativ XRD, erindrer jeg ikke i 100-vis af prøver at have observeret crysotil asbest, hvor den ene hovedsvingningsretning har samme lysbrydning som kvarts og derfor let ses med den samme lyseblå interferensfarve. Fasekontrast mikroskopi efter denne metode adskiller sig for øvrigt en del fra OSHA's metode (1910.1001 App B), efter hvilken filteret ved opløsning blive gjort transparent på objektglasset og derefter kan betragtes ved hjælp af fasekontrastmikroskopi. Lysbrydningen i immersionsmediet kan ikke vælges frit, og ved at være så lav som ca 1,46 sættes så store begrænsning for sikker identifikation, at det anføres, at der i tilfælde af usikkerhed må tages andre metoder i brug.

Der er så vidt jeg ved ingen akkrediterede laboratorier i Danmark, der påtager sig kvantitativ bestemmelse af asbestfibre i respirabelt støv.

### **Hvor stor en trussel er asbest støv for helbredet?**

Dette spørgsmål er selvfølgelig det vigtigste.

Først lige 3 historier:

Ikke længe efter Eternitfabrikken standsede eller nedtrappede anvendelsen af crysotil asbest i Eternit, fremkom der i pressen en alarmerende oplysning om påstået stor overdødelighed hos pensionerede fabriksarbejdere. Men først en lille tid herefter kom det frem, at levealderen af disse arbejdere var den samme som levealderen for arbejdere med samme type fysisk arbejde i asbestfrie miljøer.

En bekendt af mig deltog i et kursus for asbesthåndtering. Midt under kurset ringede han til mig og udtrykte sin tvivl om en påstand fra underviserens side om, at asbest var så uforgængeligt, at det end ikke kunne smelte. Jeg kunne berolige ham med, at asbest er meget let at lade indgå i en glassmelte som fx i mineraluld på en Rockwool Cupol ovn eller CARBOGRIT i cupolovnen på Stignæs.

En sidste historie handler om de gamle blue ground asbestminer i Sydafrika. En kendt sydafrikansk fotograf udstillede billeder på Diamanten, og eet af dem viste en optagelse fra dette område med en oplysning om, at her er grundvandet forurennet med giftig asbest fra den tidligere produktion.

Ved betragtning af skemaet over fiberprodukter, er der ingen tvivl om, at når det gælder brydningen af asbest, adskiller crysotil asbest sig fra amfibol asbest, især hvad angår mineralhårdheden (mindre sprødhed) og så dette, at den ikke er associeret med kvarts. Der er ingen tvivl om, at der tidligere, fx i begyndelsen af 1900-tallet, har været sjusket betydeligt med åndedrætsværn i mange asbestminer. Der er jo som udgangspunkt tale om tørre bjergarter, og dermed mulighed for støvdannelse under sprængning og transport. Men hvordan man har adskilt forekomsten af stenlunger i bred forstand fra silikose og asbestose med datidens mikroskopi undersøgelsesmetoder af lungevæv, rækker min viden ikke til at afdække.

Der hersker ingen tvivl om, at i starten har der været størst interesse for at producere langfibret asbest, typisk amfibol asbest, men senere har den mere kortfibrede crysotil asbest vist sig at være den mest anvendelige. Hvis man studerer den medicinske litteratur om asbestose, skal man være opmærksom på, om der er skelnet mellem de 2 hovedtyper.

Alle asbestformerne forekommer i fiberbundter. En trykpåvirkning vinkelret på fiberaksen vil udløse nye spalteflader, altså stadig tyndere fibre, lige så lange som den oprindelige.

Sagt meget populært har asbest fibre nu den længde, de er født med under bjergartsdannelsen, og dette udsagn gælder bedst for crysotil, der ikke er sprød som amfibol asbest typerne.

Erkendelsen af lungesygdomme som følge af eksponering med asbest har fulgt en kringlet vej, ikke mindst på grund af den manglende erkendelse af at asbest som oftest har været en strukturbetegnelse og ikke en mineralogisk karakteristik.

Lungesygdomme udviklet hos minearbejdere ved brydning af amfibol asbest kan der ikke sås tvivl om, men brydningen og anvendelsen af disse mineraler var stort set ophørt længe før 1980, men crysotil er blevet gjort til fælles synder med dem.

Associationen til kvarts under brydning betyder ikke noget, når først asbesten er havnet hos producenten af byggematerialer. Her er det asbests egne egenskaber alene sammen med øvrigt støv i produktionen, der tæller, og muligheden for at udvikles asbestose, stenlunger og silikose (som er det samme) er knyttet til støvbelastningen og kroppens mulighed for at udskille støvet fra lungerne.

I denne forbindelse er det vigtigt at erkende, at crysotil asbest meget let transporteres ud ved lungernes egen slimtransport og indåndet crysotil asbest har kun en kort opholdstid i lungerne - i modsætning til amfibol asbest typerne. Derefter glider støvet fra lungerne ned i mavesækken.

En undersøgelse (Bernstein et al. 2003) viser klart, at crysotil asbest indført i dyrelunger hurtigt udskilles, de længste af fibre hurtigst. Opholdstiden i lungerne svarer til viden om andre former for generende støv. Der ser ud til at ske en vis fiberopsplitning under udskillelsen. Under forsøget, der varede op til 3 måneder, blev der ikke observeret lungebetændelse. Der er således ingen tvivl om, at der er stor forskel på, om lungerne belastes af amfibol og crysotil asbest. Der findes en righoldig henvisning til medicinsk litteratur på Crysotile Instituts hjemmeside.

D. 23-24 Maj i år afholdes der en konference på The Queen Elisabeth Hotel, Quebec, Canada med titlen: Crysotile at a turning point - results and scientific perspectives.

**Crysotile Instituts** hjemmeside hedder det:

"Crysotile comes from the serpentine group, whereas the other fibre types, tremolite, amosite, crocidolite, actinolite and anthophyllite are part of the amphibole group. All these fibres are non-flammable. The major difference between crysotile and amphiboles is related to its chemical composition, its acid-resistant properties and its effect on the health. In contrast with amphiboles, Crysotile does not persist in the lungs after inhalation; it is quickly eliminated by the body. A prolonged exposure to high concentrations of crysotile fibres is required for a clinical manifestation of pulmonary damage to appear. In the past, such as exposure was frequent; it is no longer the case today. On the other hand, because of their toxicity and their high biopersistence, amphiboles are mainly responsible for mesothelioma and pulmonary diseases even caused after a short or moderate exposure. Today crysotile is the only asbestos fibre commercialized".

**Konklusionen:** Kun i tilfælde af klart påvist tilstedeværelse af amfibol asbest i nedrivningsmaterialer er det nødvendigt med særlige beskyttelsesforanstaltninger. Det vil ud fra mine erfaringer fra undersøgelse af næsten 1000 prøver dreje som ca. 1% af nedrivningerne i Dk.

I virkeligheden er det en skandale, at et uskyldigt og meget nyttigt produkt som crysotil asbest har måttet vige pladsen for ringere fiber produkter på grund af sjuskede og utilstrækkelige materialebeskrivelser.

Referencer:

- Glossary of Geology. A Geological Institute, Third Edition. 1987.
- Deer, Howie and Zussman. Rockforming Minerals Vol 2 and 3.1966
- D. Bernstein, R. Rogers, P. Smith. The bio persistence of Canadian crysotile asbestos following inhalation. Journal Inhalation Toxicology Vol 15, iss.13, 2003.

- Crysotile Institute. Newsletter Number 11, November 2005.
- U.S. Department of Labor, OSHA. Asbestos 1910.1001 and app. B and J
- A.F. Hallimond. Polarizing Microscope. Third Ed. 1970.