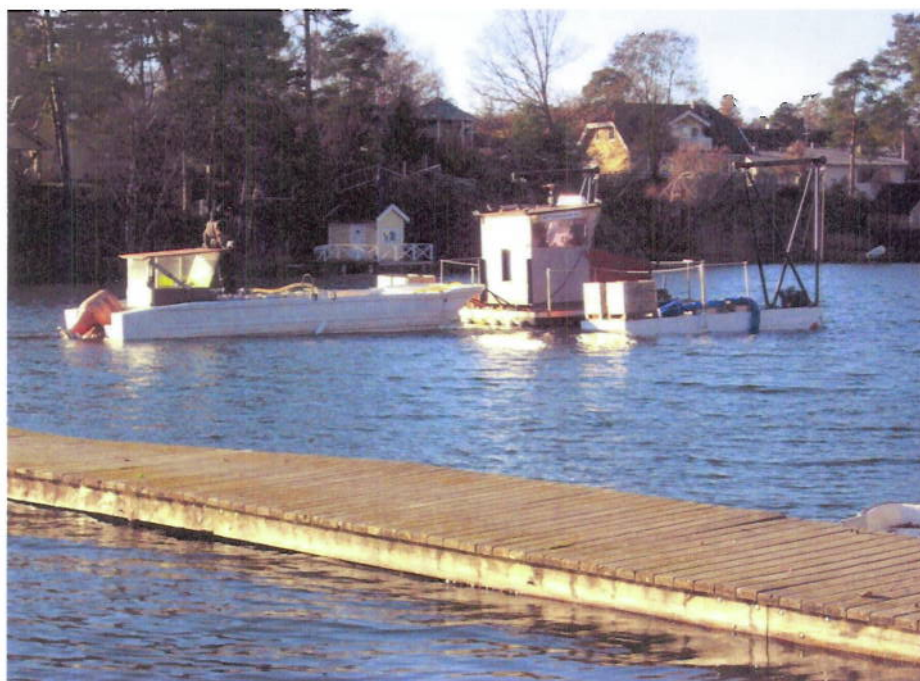


LÅNGSJÖN

*REDUCERING AV DEN INTERNA
FOSFORBELASTNINGEN GENOM
ALUMINIUMBEHANDLING AV
BOTTENSEDIMENTEN*

SLUTRAPPORT



Slutrapport för projekt inom Miljömiljarden, Stockholm stad

Diarienummer för ursprunglig ansökan: 454-2681/2005

Projektets nummer och namn: B127 Långsjön - reducering av den interna fosforbelastningen genom aluminiumbehandling av bottensedimenten

Datum för slutrapporten: 2009-12-04

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	3
1 Inledning	4
1.1 Beskrivning och syfte.....	4
1.2 Bakgrund och utgångsläge	4
2 Mål och resultat.....	6
2.1 Projekt mål och deras uppfyllelse.....	6
2.2 Projektets resultat i relation till målen i Stockholms miljöprogram.....	7
2.3 Projektets pådrivande roll.....	7
2.4 Tekniska lösningar	7
2.5 Attityd- och beteendeförändringar	7
2.6 Ej uppnådda mål.....	7
3 Projektekonomi.....	8
3.1 Bidrag och kostnader	8
3.2 Besparingspotential.....	8
3.3 Löpande kostnader.....	8
4 Arbetssätt.....	9
4.1 Projektorganisation	9
4.2 Samarbete mellan aktörer	9
4.3 Kvalitetssäkring.....	9
4.4 Kunskapsspridning.....	9
5 Erfarenheter	10
5.1 Samlade erfarenheter och slutsatser.....	10
5.2 Framgångsfaktorer.....	10
5.3 Förvaltning av det genomförda projektet	10
5.4 Projektdokumentation och styrning	10
5.5 Följdåtgärder	10
5.6 Projektets replikerbarhet.....	10
6 Kontaktuppgifter	11
7 Bilagor.....	12
Bilaga I – Sammanfattat omdöme	13

Sammanfattning

Långsjön är en grund och mycket näringsrik sjö belägen på gränsen mellan Stockholm och Huddinge. Den ligger helt omgiven av äldre villaområden och används främst för bad och fiske. I början av 1900-talet tillfördes sjön stora mängder orenat avloppsvatten, vilket medförde att den redan under 40-talet höll på att växa igen totalt. Sjön har sedan dess varit föremål för många olika vattenvårdsinsatser.

Delvis beroende på ett omfattande utläckage från de näringsrika sedimenten har fosforhalten under många år varit extremt hög. Detta har sommartid medfört omfattande blomningar av potentiellt giftiga blå-grönalger. Syreförhållandena vintertid, har länge varit ansträngda - tidigare ofta med fiskdöd som följd. Sedan 2002 tillsätts dricksvatten i sjöns sydöstra ände, för att öka genomströmningen i sjön.

Under 2005 inleddes ett projekt med syfte att hindra fosforläckaget, genom att binda den lättillgängliga fosfor i sedimenten. I projektet, som realiserats med medel från Miljömiljarden, användes en teknik där sedimenten behandlas med polyaluminiumklorid, samma kemikalie som används vid dricksvattenframställningen på våra vattenverk. Metoden i sig är beprövad, men har inte tidigare använts i grunda, termiskt oskiktade, sjöar som Långsjön.

Sedimentbehandlingen genomfördes under hösten 2006. Målen var att:

1. Sänka sjöns fosforhalt från klass 5 - extremt höga halter, till klass 3 - höga halter.
2. Förhindra blågrönalgbloomingar under badsäsong.
3. Förbättra syreförhållandena vintertid.

Behandlingen har följts upp med månatliga provtagningar i sjön. Tre år efter behandlingen kan man nu konstatera att:

1. Fosforhalten i sjön har halverats, och som väntat sjunkit från tillståndsklass 5 till klass 3 enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder.
2. Blågrönalgerna dominerar fortfarande under badsäsong, men blomningarna är mindre omfattande och algsammansättningen har bytt karaktär. Enligt WHO:s bedömningsgrunder har hälsofaran klassats som försumbar, de senaste åren.
3. Syreförhållandena är fortfarande ansträngda vintertid, men en förbättring kan anas. Denna förbättring beror dock knappast enbart på aluminiumbehandlingen - både väderförhållanden och förbättrad vattenomsättning genom dricksvattentillsättningen, spelar in.

2010-01-13

Datum

Lena Kjellson

Underskrift av ansvarig chef

Lena Kjellson

Namnförtydligande

2010-01-12

Datum

Bo Värnstedt

Underskrift av projektledare

Bo VÄRNHED

Namnförtydligande

I Inledning

I.1 Beskrivning och syfte

Genom att behandla det ytligare skiktet av Långsjöns bottensediment med en aluminium-förening, kan man binda och inaktivera den fosfor som annars läcker ut i vattenmassan. Föreningens bindning av den lösta fosfor i sedimenten är stark och direkt, men den kommer också att ett antal år framöver fungera som en spärr för den fosfor som fortsätter att diffundera upp från djupare nivåer i sedimenten. Bindningen aluminium-fosfor är för övrigt en naturligt pågående process i alla sjöar - aluminium är ju en av de vanligaste metallerna i jordskorpan. Den använda kemikalien - polyaluminiumklorid - är densamma som nyttjas vid dricks-vattenreningen på våra vattenverk, och har en mycket begränsad inverkan på sjöns biologi.

Insatsen kommer att sänka den interna fosforbelastning till en mycket låg nivå, och därmed markant minska halten av växttillgänglig fosfor i sjön.

Denna kraftiga sänkning av vattnets fosforhalt förväntas medföra att blomningarna av blågröna alger (cyanobakterier) upphör och att siktdjupet ökar. Med mindre algmassa att bryta ner bör också syreförhållandena vintertid förbättras efterhand, och risken för fiskdöd vintertid minska.

Avgränsning: Projektet innefattar ej klippning av flytblads- och undervattensvegetation - ett behov som kan uppstå om vattnet blir klarare och undervattensvegetation får fäste och sprider sig i sjön.

Projektet inleddes under vintern och våren 2006, med samrådsförfaranden enligt Miljöbalken, Kap 12 § 6. Under sommaren genomfördes några förberedande, främst biologiska, undersökningar för att ha utgångsläget belagt. För att få rådighet över vattenområdet införskaffades tillstånd från alla fastighetsägare i sjön. Entreprenörens etablering vid Långsjöbadet påbörjades i mitten av september. Själva behandlingen av bottensedimenten startade den 4 oktober och var slutförd den 16 november. Fr.o.m. våren 2006 hade också det ordinarie undersökningsprogrammet i sjön förtätats, till att omfatta månadsvisa provtagningar. Utvärderingen omfattar tiden t.o.m. oktober 2009.

I.2 Bakgrund och utgångsläge

Långsjön ligger omgiven av äldre villabebyggelse, på gränsen mellan Stockholm och Huddinge. Större delen av stranden är privat tomtmark, och på stockholmssidan fortsätter tomterna ut i vattnet, till sjöns mittlinje. Större tillflöden saknas och den naturliga tillrinningen består av dagvattnet från omgivande markområden. Tillrinningsområdet består till drygt 60 % av enfamiljsfastigheter. Avrinningen från sjön sker via ett delvis kulverterat dike, till Vårbyfjärden i Mälaren.

Under 1920 och 1930-talen tillfördes sjön stora mängder orenat avloppsvatten och är fortfarande en av få i Stockholmsområdet, där bräddning av avloppsvatten ger ett märkbart tillskott av fosfor. På Huddingesidan sker dessutom utläckage från det ålderstigna avloppsnätet. Dessa problem har utretts på Stockholm Vatten och åtgärder är planerade inom den närmaste femårsperioden. Sedan våren 2002 tillsätts dricksvatten (c:a 30 l/s) i sjöns sydöstra ände, för att förbättra den dåliga vattenomsättningen. Tillskottet medför att sjöns teoretiska omsättningstid har halverats, från 9-10 månader till 4-5 månader.

Sjön är grund, medeldjup 2,2 meter, och mycket näringsrik. I Naturvårdsverkets ”Bedömningsgrunder för miljö kvalitet” klassas kvävehalterna som mycket höga och fosforhalterna som extremt höga.

Vintertid är sjön skiktad under istäcket. Syreförhållandena kan vara ansträngda, men svavelvätebildning är numera sällsynt. Vintrar med lång isläggning resulterade tidigare i fiskdöd, men p.g.a. de varmare vintrar som rått sedan slutet på 80-talet, har isläggningsperioderna varit kortare och syrebristen är numera inte lika omfattande. Under sommaren saknas stabil skiktning, men låga syrehalter kan ändå förekomma i bottenvattnet. Detta tillsammans med hög vattentemperatur och förhöjt pH, har under många år resulterat i kraftiga utläckage av fosfor från sjöns botten sediment. Denna fosforutlösning beräknas stå för nära hälften av sjöns totala fosforbelastning.

Den höga fosforhalten har varje sommar utmynnat i mer eller mindre omfattande blomningar av blågröna alger (Cyanobakterier) - vid flera tillfällen konstaterat giftiga. Siktdjupets säsongsmedelvärde klassas som mycket litet - augustivärdena under 1990-talet har legat runt halvmetern - men har blivit något bättre sedan dricksvattentillförseln påbörjades 2002.

Vattenvegetationen domineras av näckrosor. Vita dominerar, men även några gula bestånd växer i sjöns vikar. Enstaka vassruggar finns, främst i nordvästra änden, men större bestånd saknas. Vid den omfattande växtinventering som genomfördes sommaren 2006, konstaterades att undervattensvegetationen är artmässigt fattig och ytterst sparsam. Den sträcker sig heller inte längre ner än till c:a två meters djup. De ännu djupare bottenarna, ner till styvt tre meter, är helt obevuxna. Undervattensarterna axslinga och hornsärv, vars utbredning har blivit ett problem i andra sjöar i Stockholmsområdet, saknas helt! Rapporten från inventeringen 2006, finns tillgänglig som pdf på Stockholm Vattens hemsida.

Sjön nyttjas framför allt som badsjö och har två officiella strandbad. Fiske är upplåtet via Sportfiskekortet och praktiseras främst vintertid med pimpel från isen. Problemet med giftalger har på senare år uppmärksammats alltmer och är besvärande, inte minst för småbarnsfamiljer och hundägare. Under flera perioder har ansamlingen av uppflytande alger vid Långsjöbadet varit så omfattande att bad bedömts olämpligt och Miljöförvaltningen har gått ut med varning till allmänheten. Problemet är dock inte nytt – redan 1948 behandlade man sjön med kopparsulfat i ett försök att hindra massutveckling av blågröna alger. Otaliga insatser har sedan dess gjorts för att förhindra algblomning, fiskdöd och igenväxning.

Tidigare har det i huvudsak varit vattnets bakteriella innehåll som avgjort dess kvalitet som badvatten. Enligt EU:s badvattendirektiv skall nu även halten cyanobakterier, dvs. mängden blågröna alger, tas med i beräkningen. Detta ökar vikten av att göra något åt sjöns återkommande algblomningar.

2 Mål och resultat

2.1 Projekt mål och deras uppfyllelse

Tre övergripande mål fanns för projektet:

1. Sänka sjöns fosforhalt från klass 5 - extremt höga halter, till klass 3 - höga halter.
2. Förhindra blågrönalgbloomningar under badsäsong.
3. Förbättra syreförhållandena vintertid.

Mål 1.

Fosforhalten sommartid har under många år legat över 100 µg/l, d.v.s. i klass 5 - extremt hög halt, enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. Mellanårsvariationerna har av meteorologiska och hydrologiska skäl varit stora, men utvecklingen efter sedimentbehandlingen mycket tydlig - de senaste somrarna har fosforhalten sjunkit stadigt och den utgångsnivån har gott och väl halverats! Sommaren 2009 låg säsongsmedelvärdet på 27 µg/l, vilket innebär att sjön nästan är nere i klass 2 - måttligt hög halt. Ett resultat över förväntan. Det första målet har alltså uppnåtts med god marginal!

I diagram 1 visas fosforhalten i sjön från 1980-talet fram till idag. Av diagrammet framgår också effekten av kortare islägningsperioder, samt utvecklingen efter dricksvattentillsättningen respektive sedimentbehandlingen. Diagram 2 visar fosfors säsongsmedelvärden under de senaste nio åren, samt klassningen enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet.

Mål 2.

Planktons sammansättning har förändrats, och domineras nu inte längre enbart av blågrönalger, även om det fortfarande är dessa som märks mest under badsäsongen. Det ska dock betonas att inga farligt höga koncentrationer av alger har uppmätts i vattenmassan under de 15 år som undersökningarna har genomförts vid badet. Enligt WHO:s modifierade bedömningsgrunder, klassades hälsofaran under början av 2000-talet som låg. De senaste åren har den sjunkit ytterligare och klassas nu som försumbar. Badande barn, och framförallt hundar, utsätts endast för hälsorisker under de vindstilla perioder då algerna flyter upp till ytan och ansamlas i strandkanten.

Algsammansättningen i sjön har alltså bytt karaktär och förskjutits mot en ökande andel grönalger. Blågrönalgbloomningarna är heller inte lika omfattande som tidigare, vilket klorofyllhalten - som är ett mått på algiomassan - tydligt visar. (Se diagram 3). I diagrammen följer fosfor- och klorofyllhalt varandra väldigt tydligt, och en nedåtgående trend kunde anas redan före sedimentbehandlingen. Dricksvattentillförseln, som ger en förbättrad vattenomsättning i sjön, är en del av förklaringen till detta. Siktdjupet anses normalt vara dåligt korrelerat till just blågrönalgförekomsten, men även detta har förbättrats de senaste åren. (Se diagram 4). Målet att helt förhindra blågrönalgbloomningar, var kanske väl optimistiskt satt - vi kan dock konstatera att något väsentligt har skett i algsamhället i och med att blågrönalgerna inte längre ensamma dominerar under badsäsongen. En omfattande rapport av planktonutvecklingen i Långsjön 1995-2008, finns tillgänglig på Stockholm Vattens hemsida. Rapporten omfattar både växt- och djurplankton.

Mål 3.

Syreförhållandena kan fortfarande vara ansträngda vintertid, men en klar förbättring kan ses de senaste åren. Förbättringen beror inte enbart på sedimentbehandlingen - både de varmare

vintrarna med kortare isläggningsperioder och dricksvattentillsättningen spelar in. Målet är dock nått. (Se diagram 5).

2.2 Projektets resultat i relation till målen i Stockholms miljöprogram

Projektets primära mål att sänka sjöns fosforhalt, passar in under mål 4, Ekologisk planering och skötsel, i Stockholms miljöprogram. Projektets metodik - sedimentmanipulering - får ses som en utmärkt strategi att minimera utsläpp av övergödande ämnen, d.v.s. delmålet 4.7. Nyckeltalet 4.7.1 - Totalfosfor i sjöar - är direkt kopplat till projektet.

2.3 Projektets pådrivande roll

-

2.4 Tekniska lösningar

Den här använda tekniken är en utveckling av en över 30 år gammal metod. Den ursprungliga metoden visade sig dock fungera dåligt i grunda sjöar, och har därför använts sparsamt i dessa sammanhang.

Entreprenörens vidareutveckling av metoden innebär att den fosforbindande aluminiumföreningen nu injiceras direkt i bottensedimenten. Metoden har fram till behandlingen av Långsjön, endast använts i djupare, termiskt skiktade sjöar, där den varit mycket effektiv, men har nu visat sig fungera utmärkt även i en grund sjö!

2.5 Attityd- och beteendeförändringar

-

2.6 Ej uppnådda mål

Målet att förhindra blomning av blågrönalger under badsäsongen, har inte uppnåtts fullt ut. I efterhand kan konstateras att målet var lite väl optimistiskt satt. Ändå är det svårt att se resultatet som ett misslyckande. Algbloomingar förekommer visserligen fortfarande, men de blågröna algerna är trots allt inte längre ensamt dominerande. Även efter behandlingen är sjön att betrakta som näringsrik, men den är inte längre övergödd. Algsammansättningen under sommaren kommer att antagligen att anpassa sig ytterligare till sjöns lägre fosforhalt, dvs fortsätta att förändras mot en "friskare" sammansättning.

3 Projektekonomi

3.1 Bidrag och kostnader

Tabell A

Beviljat bidrag i kr (avser Miljömiljarden)	Utnyttjat bidrag i kr (avser Miljömiljarden)	Total kostnad i kr (inkl. annan finansiering)
5000000	3009478	3009478

Kommentarer till tabellen:

Tabell B

Post	Utnyttjat bidrag i kr (avser Miljömiljarden)					
	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Projektmedverkan, lab.kostnader		64193	224855	31623	28487	49410
Konsulter			249877		92184	28850
Entreprenörer			2240000			
Summa		64193	2714731	31623	120671	78260

3.2 Besparingspotential

Ursprungligen var tanken att kunna dra ner på eller helt avsluta dricksvattentillsättningen och därmed sänka driftkostnaderna. Det oklart om detta är möjligt just nu, utan att försämra sjöns status, men på sikt är detta målet.

3.3 Löpande kostnader

-

4 Arbetssätt

4.1 Projektorganisation

Beställare, projektledare och referensgrupp från Stockholm Vatten.

Nedlagd tid: ~15 % av helt.tjänst.

100 % av det totala arbetet har finansierats av Miljömiljarden.

4.2 Samarbete mellan aktörer

Myndigheter och förvaltningar: Länsstyrelsen i Stockholm, Stockholms Miljöförvaltning, Huddinge Miljökontor, Idrottsförvaltningen i Stockholm, Stadsdelsförvaltningen i Älvsjö.

Intresseföreningar: Sportfiskarna i Stockholm, Långsjö-Gömmaren Fiskevårdsförening, Långsjö Fastighetsägarförening.

Konsulter: Nordisk Biokonsult, Naturvatten i Roslagen AB.

Entreprenör: Vattenresurs AB.

Privata fastighetsägare.

4.3 Kvalitetssäkring

Samtliga samrådsmöten med myndigheter, kommunala förvaltningar, intressegrupper (inkl. allmänheten), har dokumenterats. Rapporter finns från genomförda undersökningar.

4.4 Kunskapsspridning

Projektet har beskrivits och diskuterats vid ovan nämnda samrådsmöten, varav ett flertal var öppna för allmänheten. Projektets resultat kommer att presenteras på Stockholm Vattens hemsida och i Miljöbarometern.

5 Erfarenheter

5.1 Samlade erfarenheter och slutsatser

Antalet strandfastigheter som hade kompletterat husets värmeanläggning med värmeväxlare och sjöförlagd kollektor - s.k. sjövärmeanläggningar - var överraskande stort. Speciellt som Huddingesidans anläggningar tydligen var lika okända för grannkommunens tjänstemän, som för mig! Eftersom sedimentbehandlingen innebar att en aluminiumförening skulle "harvas" ner i sjöbotten, var det av stor vikt att veta var anläggningarna var förlagda, så de inte skadades. Några ägare var ytterst tillmötesgående och tillät att kollektorslangarna flyttades under sedimentbehandlingen (hjälpste t.o.m. till själva). Andra hade en allmänt grinig inställning, och var mest rädda för att få skador på sina rör/slangar. En anläggning på Huddingesidan av sjön, var för stor att flytta. Kontentan blev att vissa anläggningar inte flyttades, och att tillhörande bottenytor inte blev optimalt behandlade. Huruvida detta kommer att bli ett problem i framtiden, är svårt att säga. I värsta fall är kompletteringsbehandling av ytorna möjlig.

5.2 Framgångsfaktorer

En väl fungerande metod och en bra entreprenör.

5.3 Förvaltning av det genomförda projektet

Detta var den andra sjön som genomgått en sedimentbehandling i Stockholm Vattens regi. (År 2000 behandlades sjön Flaten). Förtroendet för metoden är nu så stort, att behandling av ytterligare sjöar diskuteras.

5.4 Projektdokumentation och styrning

De specialundersökningar som utförts inom projektets ram finns samlade i elektronisk form och är åtkomliga för det framtida vattenvårdsarbetet. Vissa delrapporter finns också utlagda på Stockholm Vattens hemsida. En större, sammanfattande rapport planeras till 2010-11.

5.5 Följdåtgärder

I Stockholm Vattens planering finns åtgärder inlagda som ska förhindra/begränsa bräddning av spillvatten från Stockholmssidan samt förbättra dagvattenkvaliteten på Huddingesidan. De planerade åtgärderna är inte kopplade till Miljömiljardsprojektet, men kommer att komplettera projektets insatser.

5.6 Projektets replikerbarhet

Projektet är så bra att det bör upprepas. Flera sjöar är tänkbara och metoden är väl fungerande.

6 Kontaktuppgifter

Bo Värnhed

Stockholm Vatten VA AB

Ledningsnät - Utredning

106 36 Stockholm

Tfn: 08-522 124 60

E-post: bo.varnhed@stockholmvatten.se

www.stockholmvatten.se

7 Bilagor

Bilaga 1. Sammanfattande omdöme

Diagram 1: Långsjön 1982-2009. Fosforhalt i sjön vid samtliga provtagningstillfällen.

Diagram 2: Långsjön 2001-2009. Säsongsmedelvärden för fosfor, maj-oktober.

Klassning enl. Naturvårdsverkets bedömningsgrunder.

Diagram 3: Långsjön 2001-2009. Klorofyllhalter under vegetationsperioden.

Diagram 4: Långsjön 2001-2009. Säsongsmedelvärden för siktdjup, maj-oktober.

Diagram 5: Långsjön 2000-2009. Syre-/svavelvätehalt i bottenvattnet.

Bilaga I – Sammanfattat omdöme

Nr	Påstående	Instämmer				
		Inte alls	I viss mån	Ganska mycket	Helt	Vet ej
1	De uppnådda resultaten överensstämmer med de tidigare angivna målen.	☐	☐	☒	☒	☐
2	Det genomförda projektet medför en positiv påverkan på miljön.	☐	☐	☐	☒	☐
3	Projektet bidrar till utvecklingen av ny teknik (t ex genom användningen av sådan teknik).	☐	☒	☐	☐	☐
4	Projektet har lett till attityd- och/eller beteendeförändringar.	☐	☐	☐	☐	☒
5	Projektet medför minskade kostnader (för drift och underhåll, t. ex. i form av energikostnader).	☒	☐	☐	☐	☐
6	Samarbetet med andra aktörer inom och utom staden har fungerat väl.	☐	☒	☐	☐	☐
7	Projektresultaten kommer till användning inom förvaltningen/bolaget, eller inom andra förvaltningar/bolag.	☐	☐	☐	☒	☐
8	Projektet är så bra att det bör upprepas (inte nödvändigtvis i samma förvaltning/bolag).	☐	☐	☐	☒	☐

