



RAPPORT LNR 5381-2007

Norgips Norge AS

Miljøkonsekvenser ved utslipp til
Drammensfjorden



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Åkvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Norgips Norge AS. Miljøkonsekvenser ved utslipp til Drammensfjorden	Løpenr. (for bestilling) 5381-2007	Dato 16.04.07
	Prosjektnr. Undernr. O-27028	Sider Pris 22
Forfatter(e) Aud Helland Birger Bjerkeng Jarle Molvær Eigil Rune Iversen	Fagområde Oseanografi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Vestfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Norgips Norge AS v/ Fabrikksjef Roar L. Amundsen	Oppdragsreferanse
--	-------------------

Sammendrag

NIVA har på oppdrag for Norgips Norge AS vurdert miljøkonsekvensene av bedriftens utslipp til Drammensfjorden. Vurderingene er basert på opplysninger fra bedriften samt prøvetaking og analyser av utslippene til sjøen. Norgips produserer gipsplater basert på industrigips fra kullfyrte kraftverk. Gipsen inneholder små mengder metaller og det er særlig kvikksølv det har vært knyttet bekymring til. Undersøkelsene viser at prosessvannet fra bedriften bidrar med metaller til utslippet. Konsentrasjonene er forhøyet i forhold til bakgrunnskonsentrasjonene i lokal bekk og i Drammenselva. Kvikksølv i utslippet (0,1 g/døgn) er lite i forhold til andre tilførsler til fjorden (Drammenselva 13 g Hg/døgn). Utslippet utgjør liten eller ingen miljørisiko. Det fortyndes i brakkevannslaget i Drammensfjorden og kroniske effekter av kadmium, kvikksølv og bly kan muligens oppstå helt inntil utslippet (1-2 m). Kobber er det metallet som krever størst fortynding (20 x) for å komme under grenseverdiene for kroniske effekter. Det er et begrenset område langs land (vannmasse 3 m tykt og 30 m bredt) hvor disse grenseverdiene vil kunne overskrides. Utslippet antas å ha liten eller ingen effekt på fauna og flora i brakkevannsonen, som naturlig er sparsom og tolerant for variasjoner i miljøsvingninger. Bedriften kan med fordel dykke utslippet til under brakkevannslaget for å oppnå en raskere fortynding.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Gips	1. Gypsum
2. Metaller	2. Metals
3. Miljøkonsekvenser	3. Environmental impact
4. Drammensfjorden	4. Drammensfjord


Aud Helland
Prosjektleder


D. DURAND
Dominique Durand
Forskningsleder


Jarle Nygård
Fag- og markedsdirektør

Norgips Norge AS

Miljøkonsekvenser ved utslipp til Drammensfjorden

Forord

Norgips Norge AS har søkt SFT om endring i utslippstillatelsen for anleggene ved Svelvik. I denne forbindelse har Norgips engasjert Norsk institutt for vannforskning (NIVA) til å vurdere miljøkonsekvensene i fjorden utenfor bedriften ved en eventuell utslippsøkning av gips (jfr. NIVA-tilbud av 12.12.06).

Oslo, 16. april 2007

Aud Helland

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
1.1 Beskrivelse av utslippet	6
1.2 Utslippets vannkvalitet	7
2. Dagens miljøforhold i resipienten	8
2.1 Hydrografi og strømforhold i Drammensfjorden	8
2.2 Vannkvalitet	9
2.3 Biologi	10
2.4 Sedimentkvalitet	10
2.5 Eksisterende forurensningskilder	10
3. Spredning og fortynning av utslippet	11
4. Evaluering av miljøeffekter	12
4.1 Vurdering i forhold til fastsatte grenseverdier	12
4.2 Relativ betydning av utslippet	13
5. Vurdering av eventuelle behov for tiltak	14
6. Litteratur	15
Vedlegg A. Kjemiske analysemetoder	16
Vedlegg B. Beregninger av fortynning	21

Sammendrag

NIVA har på oppdrag for Norgips Norge AS vurdert mulige miljøkonsekvenser i Drammensfjorden fra bedriftens utslipp.

Norgips produserer gipsplater hvor gipsen stammer fra kullfyrte kraftverk og inneholder således en liten mengde metaller. Det er særlig kvikksølv (Hg) det har vært knyttet størst bekymring til.

Bedriften slipper ut prosessvann til fjorden. Prosessvannet inneholder kondensat fra tørking av plater til ferdig produkt.

I mangel av kjennskap til vannkvaliteten av prosessvannet ble det foretatt en innsamling av vannprøver over et døgn fra avløpsvannet for kjemiske analyser av kvikksølv (Hg), kadmium (Cd), kobber (Cu), sink (Zn), olje (alkaner i området C10 – C40) og ammonium. Vannføring ble samtidig målt.

Konsentrasjonene av metaller i utslippet var 6 til 23 ganger høyere enn i den lokale bekken som mottar avløpsvannet og i Drammenselva. Mengdene var lave: 0,1 g Hg/døgn i utslippet mot 13 g Hg/døgn i Drammenselva.

Utslipet fortynnes i brakkvannslaget i Drammensfjorden. Fortynning og spredning er beregnet ved hjelp av datamodellen Cormix. Konsentrasjonene i fortynnet vann er sammenholdt med PNEC verdier (Predicted No Effect Concentration) for kroniske effekter. Beregningene viser at for Cd, Hg og Pb er PNEC- verdiene oppnådd innen en avstand av 1-2 m fra utslippet. For Zn, olje og ammonium oppnås tilsvarende PNEC i en avstand på 60-110 m, og 110-190 m for Cu.

Det er en liten vannmasse som blir påvirket av utslippet. For Cu, Zn, olje og ammonium kan en regne med at en vannmasse i en avstand på ca 200 m langs land i en tykkelse på 3 m og en bredde på 30 m vil ha høyere verdier enn PNEC.

Brakkvannslaget har naturlig en sparsom flora og fauna som er tolerante for miljøsvingninger. Det er derfor lite sannsynlig at utslippet har påvisbare effekt på stedets organismer.

Bedriften kan med fordel dykke utslippet av avløpsvann til under brakkvannslaget for å oppnå en raskere fortynning og redusere faren for nærsone effekter.

1. Innledning

1.1 Beskrivelse av utslippet

Norgips Norge AS produserer gipsplater ved Tørkop i Vestfold. Gipsen som benyttes er en industrigips som er et biprodukt fra kullfyrte kraftverk hvor avgassene renses ved hjelp av kalk. I prosessen bindes svovel i avgassene med kalsium i kalken, og det dannes gips eller kalsium sulfat (CaSO₄). Gipsen inneholder en liten andel kvikksølv og andre metaller. Typiske verdier av de antatt viktigste metallene er gitt i **Tabell 1**

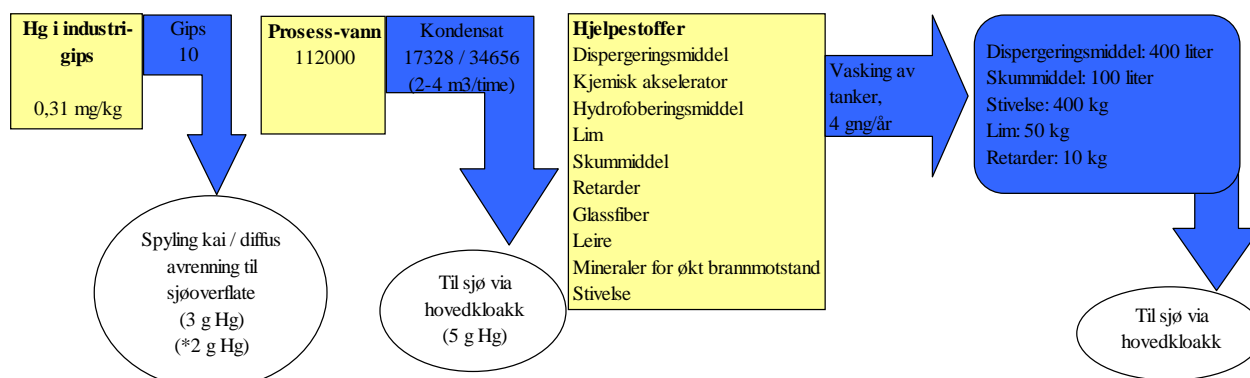
Tabell 1. Typiske metallkonsentrasjoner i gips fra gassvaskeanlegg (GMBH 2004)

Parameter	mg/kg tørrvekt (45 °C)
Kvikksølv (Hg)	0,31
Kadmium (Cd)	<0,6
Kobber (Cu)	1,20
Bly (Pb)	3,22
Sink (Zn)	5,34

Når gipsen ankommer Norgips, blir den tørket og kalsinert før videre prosessering. Under denne behandlingen forsvinner vann til luft. Etter kalsinering tilsettes gipsen vann og andre hjelpestoffer for å oppnå ønsket konsistens før videre bearbeiding til plater. Platene tørkes og overskuddsvannet dampes av og kondenserer i en varmeveksler. Kondensatet går via hovedkloakken til avløp i Drammensfjorden.

Tankene for hjelpestoffer rengjøres 4 ganger per år. I denne prosessen regnes et tap av hjelpestoffer. Disse er vurdert å ikke gi negative effekter på miljøet (opplysninger fra Norgips).

En regner med et årlig tap av gips på ca 10 tonn ved lossing. Dette går til Drammensfjorden ved spyling og rengjøring av kaianlegget. **Figur 1** viser de ulike utslippene til sjøen.



Figur 1. Oversikt utslipp (blå piler) av gips (tonn), vann (tonn), Hg (g) og tilsetningsstoffer (kg) til Drammensfjorden fra Norgips Norge AS.

1.2 Utslippets vannkvalitet

For å få et mål på vannkvaliteten i de ulike delstrømmene fra bedriften ble det foretatt målinger 10 – 11.01.07 (**Tabell 2**). Målepunktene er vist i **Figur 2**. Prosessvann fra bedriften går til Drammensfjorden i en hovedkloakk, merket 2 i **Figur 2**. Utløpet merket 3 i **Figur 2** fører kjølevann og vaskevann fra tankene. Under bedriften ledes hovedkloakken inn på en bekk eller elv fra området ovenfor. Punktet merket 1 i **Figur 2** er målepunktet i bekken før påslipp fra bedriften.

Hovedkloakken fører prosessvann som er kondensat fra tørkingen av gipsplatene, vaskevann og generelt gråvann fra bedriften. Hovedkloakken (punkt 2) går ut i en steinfylling ca. 2 meter ovenfor strandlinjen, og renner via steinfyllingen ut i overflaten i fjorden.

Ved prøvetakingen 10 – 11.01.07 ble det målt en vannføring på 4 l/s i bekken før påslipp av prosessvann (punkt 1) og 14 l/s etter påslippet (punkt 2). Differansen utgjør prosessvannet som da var 10 l/s. Vannføringen i punkt 3 var 0,2 l/s.

Tabell 2. Resultater fra kjemiske analyser av vann fra Norgips Norge AS 10-11.01.07.

KOND = konduktivitet, ledningsevne, STS = suspendert stoff, TOC = total organisk karbon, Cd = kadmium, Cu = kobber, Hg = kvikksølv, Pb = bly, Zn = sink, NH₄ = ammonium, olje = total hydrokarbon.

	Id	pH	KOND	STS	TOC	Cd	Cu	Hg	Pb	Zn	NH ₄	Olje
Prøver*			mS/m	mg/l	mg C/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
NIVA kode		A 1	A 2	B 2	G 4-2	E 8-3	E 8-3	E 4-3	E 8-3	E 8-3	C 4-3	H 6
Stikkprøve, bekk innløp kulvert	1	7,34	8,6	0,2	3,3	0,020	0,69	<0,001	0,100	3,9	3	<25
Døgnblandprøve**, hovedkloakk	2	7,77	26,9	5,0	20,2	0,090	12,5	0,012	0,578	20,4	14540	370
Stikkprøve, kjølevann	3	7,74	36,0	-	2,6	0,027	2,45	0,001	0,120	7,3	<1	<25

* Vannprøvene ble samlet på brente glassflasker.

** Døgnblandprøve av 48 delprøver, dvs. en prøve / 30 min.

Id: Samsvarer med punktene i **Figur 2**.

NIVA kode angir metode for kjemisk analyse (Vedlegg A.)

Prøven fra bekken (pkt 1) og kjølevannet (pkt 3) hadde lave konsentrasjoner av alle målte parametere. Konsentrasjonen av metaller er på nivå med bakgrunnskonsentrasjoner i sjøvann. Hovedkloakken hadde høyere konsentrasjoner av alle målte parametere, hvilket viser at prosessvannet bidrar med metaller til utslippet.



Figur 2. Norgips Norge AS sett fra luften. Prøvetakingspunkter er merket 1 – 3. Punktene 2 og 3 markerer utslippene til Drammensfjorden. (Foto hentet fra www.norgebilder.no)

2. Dagens miljøforhold i resipienten

2.1 Hydrografi og strømforhold i Drammensfjorden

Drammensfjorden innenfor Svelvikterskelen har et overflateareal på ca. $45 \cdot 10^6 \text{ m}^2$, bredden er omkring 2.5 km. Norgips Norge AS ligger på vestsiden av fjorden. Overflatearealet innenfor utslippsstedet er ca. $25 \cdot 10^6 \text{ m}^2$.

Overflatelaget midt i fjorden (stasjon D5, Magnusson et al. 2002) har typisk en tykkelse på ca. 3 m, med en overflatesaltholdighet fra 0 til 20, mens dyplaget har en saltholdighet fra 29 til 34. Overflatelaget dannes av ferskvannet fra Drammenselva, som har en gjennomsnittlig vannføring på ca. $290 \text{ m}^3/\text{s}$. Gjennomsnittlig vannføring pr. år i perioden 1990-2005 varierte mellom 210 og $410 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ukevannføring varierte mellom 50 og 1300 m³/s avhengig til sesongen, men lå vanligvis mellom 100 og 300 m³/s (verdier fra Døvikfoss).

Målinger fra Drammensfjorden (stasjon D3 og D4 ved strategisk instituttprogram TRANSFJO 1999, jfr. Magnusson et al., 2002) har vist at overflatelaget midt i fjorden stort sett er ferskt selv ved ganske lave vannføringer, med saltholdighet <2 i 0-4 m dyp ved vannføringer over 200 m³/s. Ved en måling under vannføring omkring 100 m³/s var saltholdigheten 2 midt i fjorden ned til 3 m dyp, og 6 - 8 i 4 m dyp. I sørenden nær Svelvikterskelen (stasjon D7) var saltholdigheten da litt høyere, i området 5 - 13 i 0 - 4 m dyp, og på tidspunkter med 300 og 600 m³/s var det omtrent helt ferskt vann ned til 4 m dyp også her. Det er altså under normale forhold lite innblanding av sjøvann i overflatelaget i Drammensfjorden, og utslippet vil stort sett bare fortynnes i ferskvannsstrømmen fra Drammenselva.

En brakkvannsstrøm på 100 m³/s i 3 m dybde og over en bredde på 2,5 km vil ha en hastighet på 1,5cm/s. Det kan regnes som nedre grense for midlere strømhastighet langs land forbi utslippsstedet. I tillegg vil det være vinddrevet strøm i overflaten som bidrar til blanding.

Målingene under strategisk instituttprogrammet TRANSFJO viste at vannstandsendringer knyttet til tidevann ligger innenfor 0,15 til 0,2 m i løpet av 6 timer. Overflatearealet innenfor Norgips-fabrikken er ca. 20·10⁶ m², det gir en volumendring pga. tidevannsvariasjoner på ca. 150 m³/s.

Brakkvannstrømmen utover i overflatelaget vil variere i takt med disse vannstandsendringene, og ved lav vannføring i Drammenselva vil strømrretningen skifte til svak netto strøm innover i fjorden i en periode ved stigende tidevann i området utenfor Norgips. Som skalerende situasjon for nærsonespredningen antas en strøm på 2 cm/s forbi utslippsområdet som representativ for en situasjon med relativt liten ferskvannstilførsel og lite vind.

2.2 Vannkvalitet

Så vidt vi kjenner til finnes det ikke analyser av metaller, ammonium eller olje fra vannmassene utenfor Norgips. Siden overflatevannet ned til ca 4 m dyp er tilnærmet ferskvann, er det imidlertid aktuelt å sammenligne konsentrasjonene i avløpet til Norgips med Drammenselva (**Tabell 3**). Etter hvert vil utslippet og overflatevannet i fjorden fortynnes i sjøvann. Det er derfor også aktuelt å sammenligne med bakgrunnskonsentrasjoner i sjøvann (**Tabell 3**).

Tabell 3. Gjennomsnitt- og maksimum-konsentrasjoner (i parentes) av metaller i Drammenselva og bakgrunnskonsentrasjoner i sjøvann.

	Cd	Cu	Hg	Pb	Zn	NH4-N	Olje
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Drammenselva*	0,01	0,7 (2,6)	<0,001 (0,035)	0,1(1,1)	1 (7)	15 (24)	i.d.
Bakgrunns-konsentrasjon i sjøvann	0,03	0,3	1	0,05	1,5	<33	10

*Data fra SFT (2004), i.d. = ikke data

Siden det i utgangspunktet var størst fokus på Hg i utslippet fra Norgips, er variasjonen for Hg i Drammenselva redegjort for i mer detalj. **Tabell 4** oppsummerer kvikksølvkonsentrasjoner målt i elva under PARCOM-programmet siden starten av 2004, da rapporteringsgrense 0,001 µg/l ble innført (SFT 2004). Ut fra denne statistikken ser det ut til at gjennomsnittet ligger godt under 0,001 µg/l, og ved lave vannføringer i Drammenselva ligger alle observasjoner på eller under 0,001 µg/l. Gjennomsnittlig Hg-konsentrasjon over måletidspunktene (ikke vektet med vannføring) ligger sannsynligvis godt under 0,0011 µg/liter (et estimat hvis observasjoner på <0,001 µg/l antas å være

nær opp mot 0,001 µg/l), men ikke under 0,0004 µg/liter (et estimat hvis observasjoner på <0,001 µg/l antas = 0). En gjennomsnittskonsentrasjon 0,0005 µg/l kan antas som en rimelig verdi.

Tabell 4. Konsentrasjonen av kvikksølv i Drammenselva siden 2004.

Måleverdi	Antall målinger
<0,001 µg/l	31
= 0,001 µg/l	8
> 0,001 µg/l (gj.snitt 2, maksimum 0,0035 µg/l)	5

2.3 Biologi

Vi kjenner ikke til at det er gjort undersøkelser av marin flora og fauna i området rundet Norgips. Nærmeste undersøkelse er en beskrivelse fra basisundersøkelsen i 1982-84 av fauna i sedimenter på ulike dyp fra 20 til 40 m i Grimsrudbukta ca 6 km innover i indre fjord (Rygg 1986). Her ble det funnet dyrearter på grunt vann som ansees som forurensningsømfintlige, mens det på de dypeste stasjonene var overvekt av tolerante arter og også en større likhet med bunnfaunaen lenger innover i fjorden. Området utenfor Norgips antas for det meste å være hardbunnsområde som raskt stuper ned til 80 m vanddyb. Dette ferskvannspåvirkede området antas å være fattig på hardbunnsorganismer. De artene som evt. finnes kan man regne med er tolerante arter som lever under stadig varierende miljøforhold.

Vi kjenner ikke til undersøkelser av miljøgifter i fastsittende organismer i nærområdet til Norgips. Kjente undersøkelser er basisundersøkelsen av Drammenfjorden 1982-84 (Knutzen et al 1986) hvor det ble målt miljøgifter i muslinger lenger ut i fjorden ved Svelvikstrand og Blindskjær. Konsentrasjonen av metaller i blåskjell tilsvarte SFTs miljøklasse I, tilsvarende lite til ikke forurenset.

2.4 Sedimentkvalitet

Det foreligger ingen analyser av sedimentene i nærområdet til Norgips Norge AS. Undersøkelser på dypere vann (>70 m) lenger inn og tvers over Drammensfjorden i 2005 (Helland og Nilsson 2006) viste imidlertid konsentrasjoner av metaller i SFTs miljøklasse I og II, lite til moderat forurenset. Konsentrasjonen av olje i sedimentene er ukjent.

2.5 Eksisterende forurensningskilder

Forurensningen i fjorden er størst i indre del, noe som har sammenheng med befolknings- og industri-tetthet. De største tilførselene av forurensning skjer til indre del av fjorden og dette gjenspeiles bl.a. i forekomstene av miljøgifter i sedimentene (Helland et al. 2005, Helland og Nilsson 2006). Det er klart avtagende konsentrasjon av miljøgifter ut fjorden og det er generelt høyere konsentrasjoner i sedimentene langs fjordens vestsida, noe som kan forklares med strømningsforholdene i fjorden (Helland og Nilsson 2006). Forurensningsproblemet i Drammensfjorden er knyttet til organiske miljøgifter og da i hovedsak til TBT. Metaller forekommer i generelt lave konsentrasjoner (Helland et al 2005).

Det er ingen andre bedrifter med utslipp til Drammensfjorden i nærområdet til Norgips Norge AS.

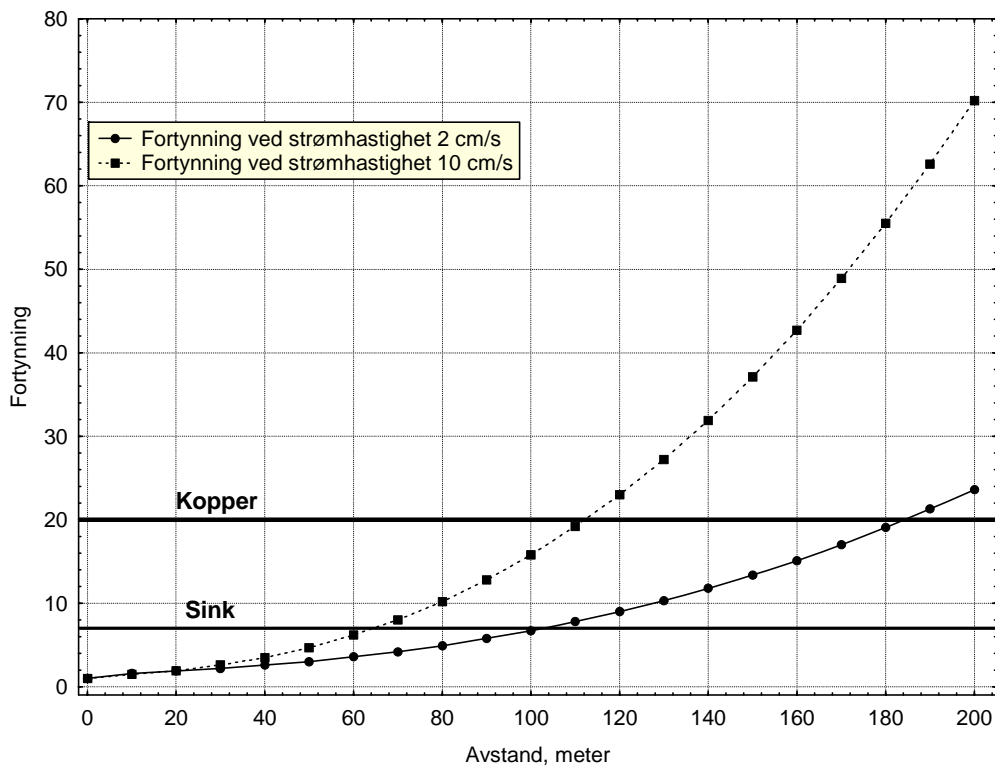
3. Spredning og fortykning av utslippet

Det vil være lite blandingsenergi i selve utslippet (hovedkloakken pkt 2 i **Figur 2**) fra Norgips, og ferskvannet i utslippet vil først spre seg på overflaten og etter hvert blandes ned i overflatelaget i fjorden. Når utslippet vil det være forhøyde konsentrasjoner av kvikksølv, kopper og sink i overflaten. Sannsynligvis vil avløpsvannet oftest strømme langs land mens det blandes inn i overflatelaget, samtidig som hastighet og retning varierer med tidevannsveksling og vindpåvirkning. Etter hvert vil utslippet inngå i den generelle vannsirkulasjonen i overflatelaget i Drammensfjorden, preget av tidevannsutsiftning gjennom Svelvikstrømmen og estuarinsirkulasjon drevet av ferskvannstilførselen fra Drammenselva.

For å gi en beskrivelse av fortykningen vil vi benytte datamodellen Cormix (Jirka et al., 2000). Som inngangsdata bruker vi følgende parameterisering:

- Vannmengde 10 l/s
- Utslipp til overflata i strandkanten
- Avløpsvannet innblandes i et 3 m dypt brakkvannslag
- Strømhastighet 2 cm/s og 10 cm/s. Sannsynligvis vil hastigheten oftest ligge i intervallet mellom disse to størrelsene.

Resultatene er vist i **Figur 3** og i Vedlegg B.



Figur 3. Beregnet fortykning i sentrum av skyen med avløpsvann i avstand 0-200 m fra utslippet. Beregningene er gjort for strømhastighet 2 cm/s og 10 cm/s. Fortynningen som kreves for å oppnå PNEC for kronisk belastning for kopper (20x) og sink (7x) er vist med horisontale linjer (jfr. Kap 4).

4. Evaluering av miljøeffekter

4.1 Vurdering i forhold til fastsatte grenseverdier

Både bekkevannet (prøvepunkt 1 i **Figur 2**) før innblanding med prosessvann og kjølevannet (prøvepunkt 3 i **Figur 2**) har samme konsentrasjonsnivå av metaller som Drammenselva og antatt bakgrunnskonsentrasjon i sjøvann (jfr. **Tabell 2** og **Tabell 3**). Hovedkloakken (prøvepunkt 2 i **Figur 2**) har overkonsentrasjoner av samtlige parametere i forhold til Drammenselva og eller sjøvann. Antar vi en normalkonsentrasjon av Hg i Drammenselva til 0,0005 µg/l som redegjort for ovenfor, har hovedkloakken en overkonsentrasjon som er 23 ganger høyere enn dette (**Tabell 5**). Zn har en overkonsentrasjon i forhold til antatt bakgrunn på 20, Cu på 18, Cd på 9, Pb på 6, NH₄ på 970 og olje på 7. I forhold til metaller vil imidlertid ammonium og olje nedbrytes.

For å vurdere mulige miljøeffekter kan konsentrasjonene sammenlignes med effektgrenser gitt som PNEC verdier (Predicted No Effect Concentration) for akutt og kronisk toksisitet (**Tabell 5**). PNEC verdiene for metaller er hentet fra SFTs system for miljøklassifisering som nå er revidert (ute på høring i disse dager). Ammonium er hentet fra EPA (1999) mens olje er hentet fra erfaringstall fra norsk oljevirkosomhet (Bakke pers kom.)

For et kontinuerlig utslipp er det PNEC for kronisk toksisitet som er sammenligningsgrunnlaget, og vi ser fra **Tabell 5** og **Figur 3** at det er kobber som må ansees som farligst for miljøet – og som krever størst fortyning (ca. 20x) for å komme under PNEC-verdien. Deretter kommer sink, olje og ammonium (hhv 7x, 7x og 6x). Den benyttede PNEC verdien for ammonium beskytter tidlige livsstadier av laks. PNEC verdien er temperatur- og pH-avhengig og vi tar utgangspunkt i 20 °C (mest sensitivt) og pH 7,7

Tabell 5. Konsentrasjoner av metaller, ammonium og olje i utslippene fra Norgips Norge AS sammenholdt med bakgrunnsverdier i sjøvann, Drammenselva og PNEC verdier for kronisk og akutt toksisitet (SFTs reviderte miljøklassifisering februar 2007, NH₄: EPA 1999, Olje: Bakke pers kom) og hvilke fortyninger som skal til for å tilfredsstille PNEC verdiene.

Type	Id	Cd µg/l	Cu µg/l	Hg µg/l	Pb µg/l	Zn µg/l	NH ₄ µg/l	Olje µg/l
Stikkprøve	1	0,020	0,69	<0,001	0,100	3,9	3,0	<25
Døgnblandprøve	2	0,090	12,5	0,012	0,578	20,4	14540	370
Stikkprøve	3	0,027	2,45	0,001	0,120	7,3	<1	<25
Bakgrunnsverdier i sjøvann		0,03	0,3	0,001	0,05	1,5	<33	10
Drammenselva		0,01	0,7	0,0005	0,1	1	15	i.d.
PNEC verdier basert på kronisk toksisitet		0,21	0,64	0,05	2,15	2,92	2500	50
PNEC verdier basert på akutt toksisitet		1,48	3,3	0,07	27	20	8600	1000
Fortynning som gir PNEC verdier basert på kronisk toksisitet		0,4	20	0,0002	0,3	7	6	7
Fortynning som gir PNEC verdier basert på akutt toksisitet		0,1	3,8	0,0002	0,0	1,0	1,7	0,4
Fortynning som gir 100 % tillegg til bakgrunnskonsentrasjon		9	18	0,02	6	20	969	7

i.d. = ikke data

For kadmiem, kvikksølv og bly er PNEC-verdien for kronisk toksisitet oppnådd innen avstand på 1-2 m fra utslippet. For sink, ammonium og olje oppnås tilsvarende PNEC i en avstand på 60-110 m, varierende med strømhastigheten (**Figur 3**). For kobber oppnås tilsvarende PNEC i en avstand på ca. 110-190 m.

I en vurdering av risikoen for skader på miljøet må en ta i betraktning størrelsen av vannmassen som vil ha en konsentrasjon høyere enn PNEC for kopper, sink, olje og ammonium. Det dreier seg her om en vannmasse med tykkelse ned til 3 m dyp og som beveger seg langs land. Nær land vil det da være lavest fortyning og høyest konsentrasjon. Bredden av skyen er angitt i Vedlegg B. og man kan

kanskje anslå at det er 1/3-delen nærmest land (maks 30 m, jfr. Vedlegg B.) som vil ha høye konsentrasjoner. Det er altså et begrenset område som kan være utsatt for kroniske effekter på organismer.

Siden overflatevannet er tilnærmet ferskvann (brakkvann) er det sannsynlig at blåskjell vokser under dette laget. De vil derfor i liten grad være utsatt for avløpsvannet fra Norgips. Som nevnt over (Kap. 2.3) kan en anta at området i brakkvannsonen naturlig har en sparsom flora og fauna og som er tolerante for variasjoner i miljøsvingninger. Både Cu og Zn er essensielle metaller, og det er derfor lite sannsynlig at de vil ha effekt på stedets organismer. Ammonium og olje vil omdannes, og selv om fiskeyngel kanskje er den organismen som er mest følsom for ammonium er den mobil og vil derved ikke være utsatt for kronisk påvirkning. Det skal en fortykning på 1,7 av ammonium i utslippet for å tilfredsstille en PNEC verdi for akutt toksisitet. Det påvirkede området vil således være svært begrenset, særlig sett fjorden som helhet.

4.2 Relativ betydning av utslippet

Basert på vannføring og konsentrasjonene i de ulike prøvetypene er en årlig tilførsel beregnet (**Tabell 6**). Det er da antatt en konstant konsentrasjon og vannføring. Beregningene gir en tilførsel av Hg på 5 g/år (0,1 g Hg/døgn). Dette er i størrelsesorden det samme som antatt tap av gips ved lossing (2-3 g/år, jfr. **Figur 1**). Til sammenligning tilfører Drammenselva fjorden i størrelsesorden 13 g Hg/døgn, 17500 g Cu/døgn og 25000 g Zn/døgn. Tilførslene fra Norgips er i denne sammenheng svært lave.

Tabell 6. Beregnede årlige tilførsler av Cd, Cu, Hg, Pb og Zn fra Norgips Norge AS

Type	Id	g Cd/år	g Cu/år	g Hg/år	g Pb/år	g Zn/år
Stikkprøve	1	3	91	<0,13	13	520
Døgnblandprøve	2	39	5440	5	250	8900
Stikkprøve	3	0,2	15	0,01	1	46

Konsentrasjonen av ammonium tilsvarer et døgnutslipp på 17 kgN/døgn eller 1445 p.e. Til sammenligning er samlet døgnutslippet til Drammensfjorden 7,4 tonn (7400 kg N/døgn) (SFT 2003). Tilførslene fra Norgips er i denne sammenheng lave, men kan gi en overgjødslingseffekt lokalt.

Tap av gips kan lokalt tilføres sedimentene utenfor anlegget. Konsentrasjonen av metaller ligger langt under det en kan forvente som bakgrunnskonsentrasjon i sedimentene i fjorden, med unntak av Hg. Konsentrasjonen av Hg i gipsen tilsvarer SFTs klasse II, moderat forurenset. Hg bundet i gipsen vil imidlertid være lite tilgjengelig, da det er organisk bundet Hg som akkumulerer i næringskjeden.

5. Vurdering av eventuelle behov for tiltak

Det har vært knyttet størst bekymring til utslipp av Hg fra bedriften til fjorden. Foreliggende vurderinger viser at Hg sannsynligvis ikke utgjør noen risiko for miljøet i fjorden. Vurderingene er basert på en analyseserie av utslippet over ett døgn. Opplysninger fra bedriften tilsier at produksjonen er svært jevn og det er derfor liten grunn til å tro at konsentrasjonene i avløpet varierer mye. Utslippet fortynnes i ellevann før det går til sjø. Vannføringen i bekken var ikke stor i prøvetaksperioden og målingene er derfor gjort i en periode med relativt konsentrert prosessvann i utslippet. Høyere vannføring i bekken vil fortynne prosessvannet ytterligere før det går til sjø.

Vurderingene viser at Cu, Zn, ammonium og olje i avløpsvannet overskrider grenseverdiene for kroniske effekter. Området som påvirkes er svært begrenset, anslagsvis 200 m x 30 m. Ved økning i produksjonen vil vannmengde og stoffmengder øke proporsjonalt, slik at konsentrasjonen i selve utslippet sannsynligvis ikke vil øke. Imidlertid vil fortynningen av den større utslippsmengden bli mindre i noe avstand fra utslippet, slik at påvirket område vil øke tilsvarende. Utslippene fra Norgips er totalt sett neglisjerbare i forhold til tilførselene fra Drammenselva. For at en skal være på den sikre siden med hensyn til mulige kroniske eller akutte effekter og også overgjødningseffekter i nærområdet, bør utslippet ledes ut i fjorden under det brakke overflatelaget og ned i det underliggende salte vannet. En oppnår da en raskere primærfortynning idet ferskvannet vil stige mot overflaten, og videre en sekundærfortynning idet utslippet vil innlagres, sannsynligvis under sprangsjiktet. Innlagringsdypet vil være avhengig av flere faktorer som utslippsdyp, temperatur, rørdiameter osv. En kan oppnå en ytterligere fortynningseffekt ved bruk av diffusor.

Innholdet av Hg i gips kan variere noe, men innholdet kontrolleres i hht. Vattenfall Europe Powerconsult GMBH, og skal imøtekomme fastsatte standarder. Hvis gipsen sedimenterer lokalt utenfor anlegget vil sjøbunnen her imidlertid få en noe høyere Hg konsentrasjon enn sedimentene i fjorden for øvrig (0,15 mg/kg i Drammensfjorden mot 0,3 mg/kg i gipsen). Hg i gips er imidlertid vist å være lite biotilgjengelig (EPA 2006).

6. Litteratur

EPA 2006. CCR Research Overview, EPA/600/R-06/008, Jan 2006

EPA 1999. Update of Ambient Water Quality Criteria for Ammonia. EPA-822-R-99-014
December 1999.

G.H. Jirka, R.L. Doneker and S.L.Hinton. "User's Manual for CORMIX: A Hydrodynamic Mixing Zone Model and Decision Support System for Pollutant Discharges into Surface Waters", Technical Report, Available at <http://steens.esse.ogi.edu>

Helland A. & Nilsson HC 2006. Sedimentundersøkelser i dypområdene i indre del av Drammensfjorden 2005. NIVArapport nr. 5138-2006. 20 s.

Helland A., Skarbøvik E. og Lindholm O., 2005. Tiltaksplan for Drammensfjorden-Fase 2
Kilder til forurensning - Elvetilførsler, Avrenning fra urbane områder, Sedimenterende materiale.
NIVA-rap. 5066-2005, 59 s.

G.H. Jirka, R.L. Doneker and S.L.Hinton. 2000 "User's Manual for CORMIX:
A Hydrodynamic Mixing Zone Model and Decision Support System for
Pollutant Discharges into Surface Waters", Technical Report, Available
at <http://steens.esse.ogi.edu>

GMBH 2004. Vattenfall Europe Powerconsult.

Knutzen, J Hvoslef, S og Kirkerud, L., 1986. Basisundersøkelse i Drammensfjorden. Delrapport 5:
Miljøgifter i organismer. NIVA rapport nr 1836. SFT Overvåkingsrapport 219/86. Norsk institutt for
vannforskning. 23 s.

Magnusson, J., Bjerkgeng, B., Molvær, J. , Helland, A., Lingel, S., Holtan, G. 2002: Strategisk
instituttprogram ved NIVA - Norsk institutt for vannforskning. Transport og omsetning av
næringsalter og organisk stoff i fjorder og estuarer (Transfjo). Sluttrapport. NIVA-rapport 4617-2002.
77 s.

Rygg. B 1986. Bløtbunnsfauna i Drammensfjorden. I Faafeng (ed). Forurensningssituasjonen i
Drammenselva og Drammensfjorden – en artikkelsamling. Vann 3, 244-251.

SFT 2003. Common procedure for identification of the eutrophication status of maritime area of the
Oslo and Paris Conventions. TA-nr 1927/2003

SFT 2004, Riverine inputs and direct discharges to Norwegian coastal waters – 2004. OSPAR
Commission. SFT-rap. TA-2147/2006

SFT 2007. Revidert miljøklassifisering for miljøgifter i sjøvann og marine sedimenter. (til høring
februar 2007)

Vedlegg A. Kjemiske analysemetoder

NIVA-metode nr.	Analysevariabel:	Måleenhet:	Labdatakode:
B 2	Suspendert tørrstoff og gløderest	mg/l	STS/L, SGR/L
<p>Tittel:</p> <p>Bestemmelse av suspendert stoff og dets gløderest i resipientvann.</p>			
<p>Anvendelsesområde:</p> <p>Til bestemmelse av suspendert stoff og gløderest av dette i resipientvann. Nedre grense er avhengig av filtrert prøvevolum, og er 0,1 mg/l ved filtrering av 4 liter vann.</p>			
<p>Prinsipp:</p> <p>Prøven filtreres gjennom glassfiberfilter Whatman GF/C, som på forhånd er glødet ved 480 °C i 20 timer, tørket ved 105 °C og veiet. Det suspenderte tørrstoffet i prøven representeres ved filterets vektøkning. Filteret glødes ved 480 °C og gløderesten bestemmes gjennom veiing. Vektreduksjonen ved glødingen er glødetapet.</p>			
<p>Instrument(er):</p> <p>Filteroppsats, vannstrålepumpe, Whatman GF/C glassfiberfilter med diameter 47 mm. Thermaks 4115 varmeskap, Naber Multitherm N11/R glødeovn, Sartorius R 200 D vekt.</p>			
<p>Måleusikkerhet:</p> <p>38 målinger av STS og 25 målinger av SGR i naturlige prøver ga middelverdi og standard avvik for differansen ved dobbeltanalyser på - 0,6 og 1,5 mg/l for STS, og 0,07 og 0,5 mg/l for SGR.</p>			
<p>Referanser:</p> <p>NS-EN 872 Bestemmelse av suspendert stoff. Metode med filtrering gjennom glassfiberfilter. 1996, 1. utgave. + NS 4733. 1983, 2. utgave.</p>			

NIVA-metode nr.	Analysevariabel:	Måleenhet:	Labdatakode:
G 4 - 2	Totalt organisk karbon	mg/l	TOC
<p>Tittel:</p> <p>Bestemmelse av totalt organisk karbon med peroksodisulfat / UV metoden.</p>			
<p>Anvendelsesområde:</p> <p>Totalt organisk karbon i ferskvann uten partikler, eventuelt filtreres med GF/F-filter, gir løst organisk karbon, DOC (dissolved organic carbon). Under analysen gjennombobles prøven, og flyktige organiske forbindelser drives også ut sammen med uorganisk CO₂, slik at det er ikke-flyktig organisk karbon som bestemmes, NPOC (non-purgeable organic carbon). Metoden er mindre egnet til å oksidere partikulært materiale. Området for direkte bestemmelse er 0,1 - 20 mg/l C. 20 – 50 mg/l fortynnes. Deteksjonsgrensen er 0,10 mg/l C.</p>			
<p>Prinsipp:</p> <p>Prøven surgjøres med fosforsyre og gjennombobles med oksygen for å fjerne uorganisk karbon. OBS! Flyktig organisk karbon blir også fjernet ved denne behandlingen! Den gjennomboblete prøven tilsettes en løsning av natriumperoksydisulfat, og UV-bestråles. Organiske karbonforbindelser oksideres til CO₂, som blir kvantitativt målt med en IR-detektor.</p>			
<p>Instrument(er):</p> <p>Phoenix 8000 TOC-TC analysator med prøvekarusell STS 8000.</p>			
<p>Måleusikkerhet:</p> <p>23 målinger av en kaliumhydrogenftalatløsning med konsentrasjon 0,5 mg/l ga middelverdi 0,49 mg/l og standardavvik 0,025mg/l. Tilsvarende for 30 målinger av 5,0 mg/l ga 4,89 og 0,069 mg/l.</p>			
<p>Referanser:</p> <p>Wet Chemical Oxidation IR-detection (EPA godkjent metode nr. 415.1 - STANDARD). Standard Methods 5310C, ASTM D 4779 og D 4839.</p>			

NIVA-metode nr.	Analysevariabel:	Måleenhet:	Labdatakode:
E 8-3	Metaller, -MS	$\mu\text{g/l}$	Me/MS
Tittel:			
Grunnstoffbestemmelse med ICP-MS.			
Anvendelsesområde:			
<p>Metoden angir bestemmelse av en rekke elementer i ferskvann, salpetersyreoppløst biota og sedimenter: Li, (Be, B, Na, Mg), Al, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, (Ga, Ge), As, Se, (Rb), Sr, (Y, Zr), Nb, Mo, Ag, Cd, (In), Sn, Sb, (Cs), Ba, (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ta, W), Re, Tl, Pb, Bi, Th og U, de i parentes er ikke akkreditert. Konsentrasjonsområdet for metoden for de ulike elementene uten fortynning av prøven kan fås oppgitt ved laboratoriet.</p>			
Prinsipp:			
<p>Prøver konserveret med salpetersyre introduseres med en peristaltisk pumpe og overføres til en aerosol i forstøveren. Denne blir ført til argonplasmaet som atomiserer og ioniserer prøven. Etter plasmaet passerer prøven to seriekoblete koner i et område med redusert trykk hvor plasmagassen fjernes. Ionestrømmen fokuseres med en elektrisk ionelinse før den introduseres til det kvadruple massespektrometeret for separasjon basert på masse/ladningsforholdet. Ionene måles med en pulstellingsdetektor basert på en diskret dynode multiplikator.</p>			
Instrument(er):			
Perkin-Elmer Sciex ELAN 6000 ICP-MS, utstyrt med P-E autosampler AS-90, AS-90b prøvebrett og P-E Rinsing Port Kit.			
Målesikkerhet:			
Se NIVA-dokument Y-3.			
Referanser:			
Perkin-Elmer: ELAN 6000 Hardware Guide, Part No. 0993-8969, og ELAN 6000 Software Guide, Part No. 0993-8968.			

NIVA-metode nr. C 4-3 (* = ikke akkreditert)	Analysevariabel: Klorid, sulfat, fluorid, nitritt, nitrat, fosfat, bromid, natrium, kalium, litium*, kalsium, magnesium, ammonium	Måleenhet: mg/l	Labdatakode: Cl, SO4, F, NO2-N, NO3-N, PO4-P, Br, Na, K, Ca, Mg, Li*, NH4-N
Tittel: Bestemmelse av anioner og kationer med Dionex IC25 ionekromatograf.			
Anvendelsesområde: Metoden benyttes til bestemmelse av anionene klorid, sulfat og nitrat, samt kationene natrium, kalium, kalsium og magnesium i ferskvann, det vil si vann med konduktivitet mindre enn 30 mS/m. Måleområdet er henholdsvis 0,002 - 90, 0,002 - 35, 0,001 - 1,2 mg/l for anionene, og 0,001 - 50, 0,0005 - 10, 0,001 - 10, 0,0005 - 10 mg/l for kationene. Ved høyere konsentrasjoner fortynnes prøven med avionisert vann før analysen. Fosfat, fluorid, litium og ammonium kan bestemmes ikke akkreditert.			
Prinsipp: Metoden er basert på væskrokromatografi. Prøven injiseres inn i en strøm av kaliumhydroksid. Elueringen skjer med en gradient hvor styrken på eluenten økes i løpet av en kjøring. For kationene injiseres prøven i en strøm av metansulfonsyre. Analysene foregår i et isokratisk system. Eluentstrømmen går til spesielle ionebytterkolonner hvor separasjonen av henholdsvis anioner og kationer skjer. Deretter går væskestrømmene til henholdsvis anion og kation suppressorene hvor ionene i eluenten fjernes mens ionene som skal bestemmes passerer uhindret. Væskestrømmene går deretter til ledningsevnedetektorene hvor ionene detekteres. Signalene registreres med en PC-integrator som identifiserer og kvantifiserer ionene ut fra eksterne standarder.			
Instrument(er): Dionex modell DX 320 som består av Dionex IonPac CS16 separasjonskolonne og CG16 forkolonne for kationer, AS15 separasjonskolonne og AG15 forkolonne for anioner, Dionex ASRS og CSRS selvregenererende suppressorer.			
Måleusikkerhet: Se NIVA-dokument Y 3.			
Referanser: IC25 Ion Chromatograph. Operators Manual. EN-ISO 10304-1. Water quality – Determination of dissolved fluoride, chloride, nitrite, orthophosphate, bromide, nitrate and sulphate ions, using liquid chromatography of ions – Part 1. Method for water with low contamination. 1995-05.			

NIVA-metode nr.	Analysevariabel:	Måleenhet:	Labdatakode:
H 6 * Ikke akkreditert	Olje i vann	µg/l	Olje/GC
Tittel: Gasskromatografisk bestemmelse av olje i vann.			
Anvendelsesområde: Benyttes ved bestemmelse av mineraloljer og kromatograferbare forbindelser i drikkevann og overflatevann, i lave konsentrasjoner. Deteksjonsgrensen angis til 10 µg/l.			
Prinsipp: Prøver ekstraheres med n-heptan som etter tørking med natriumsulfat inndampes til lite volum. Deretter analyseres prøvene med gasskromatograf med flammeionisasjonsdetektor og MSD. Ved analysen bestemmes olje og andre kromatograferbare forbindelser. Det benyttes ekstern standard med fyringsolje nr. 2.			
Instrument(er): Hewlett Packard 5890 Series II gasskromatograf med flammeionisasjonsdetektor + MSD.			
Målesikkerhet: Det relative standardavviket er oppgitt til 15 %.			
Referanser: Stiching Concave: Methods for the analysis of oil in water and soil. 1972. SI: Analyse av organiske mikroforurensninger. Rapport 720205-12. 1977.			

Vedlegg B. Beregninger av fortytning

Beregninger av fortytning og skyens bredde ved strømhastighet 2 cm/s og 10 cm/s.

	1 Avstand, meter	2 Fortynn-2cms	3 Bredde-2cms, meter	4 Fortynn_10cms	5 Bredde-10cms, meter
1	0	1	2	1	1
2	10	1,6	14	1,5	3
3	20	1,9	22	1,9	4,7
4	30	2,2	28	2,6	6
5	40	2,6	33	3,5	7,2
6	50	3	37	4,7	8,3
7	60	3,6	42	6,2	9,4
8	70	4,2	46	8	10,4
9	80	4,9	50	10,2	11,3
10	90	5,8	53	12,8	12,2
11	100	6,7	57	15,8	13
12	110	7,8	61	19,2	13,9
13	120	9	64	23	14,7
14	130	10,3	68	27,2	15,5
15	140	11,8	71	31,9	16,3
16	150	13,4	74	37,1	17,1
17	160	15,1	78	42,7	17,8
18	170	17	81	48,9	18,6
19	180	19,1	84	55,5	19,3
20	190	21,3	87	62,6	20
21	200	23,6	90	70,2	20,7