

## Spredningsmodellering for lokalitet Geitelva, 2022

**Akvaplan-niva AS Rapport: 2022** 64257.01



# Spredningsmodellering for lokalitet Geitelva, 2022

Forfatter(e)	Per-Arne Emaus
Dato	03.10.2022
Rapport nr.	2022 64257.01
Antall sider	13
Distribusjon	Gjennom kunden
Kunde	Cermaq Norway AS
Kontaktperson	Jonny Opdahl

## Sammendrag

Det er gjennomført sediment modellering ved planlagt ny lokalitet Geitelva sørøst for øya Silda i ytre Loppa, Troms og Finnmark fylke. Resultatene viser at karbontrykket ved bunnen under hver av merdene i anlegget generelt er lavt og at disse ikke vil gi vesentlige endringer i miljøtilstanden ved bunnen med en produksjonsplan som legger en MTB på 6000 tonn til grunn. Modellert AZE-sone viser at organisk materiale i hovedsak vil spres mot sørvestlig retning, og i mindre grad mot nordøst

## Godkjenninger



Prosjektleder  
Steinar Dalheim Eriksen



Kvalitetskontroll rapport  
Hans-Kristian Djuve

## Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING.....	4
2	OMRÅDEBESKRIVELSE .....	5
3	MODELL OG METODE .....	7
3.1	Strømningsmodell.....	7
3.2	Sedimenteringsmodellering .....	7
3.2.1	Inngangsdata fra produksjon av laks.....	8
4	RESULTATER.....	9
5	OPPSUMMERING .....	11
6	REFERANSER.....	12
7	VEDLEGG .....	13

## 1 Innledning

Cermaq Norway planlegger etablering av en ny lokalitet for lakseoppdrett i ytre Loppa, Loppa kommune, i Finnmark fylke. I forbindelse med utarbeidelse av kunnskapsgrunnlaget for søknad om lokalitet ønsker selskapet å kartlegge utbredelse av organisk materiale fra oppdrettsproduksjon ved lokaliteten, ved å se på mengde karbon som legger seg på bunnen under og rett ved anlegget, og i hvor stor utbredelse dette har.

Med bakgrunn i dette har Akvaplan-niva AS fått i oppdrag å beskrive hvordan organisk materiale spres og deponeres på havbunnen ved å bruke strøm- og spredningsmodellering, der mengde karbon kvantifiseres fra modellene, der både mengde og utbredelse visualiseres digitalt på ei nettside.

## 2 Områdebeskrivelse

Den planlagte lokaliteten ligger på sørøst siden for øya Silda i Loppa kommune, Troms og Finnmark fylke. Fjordsystemet består av en indre og ytre del, hvor ytre del består av øya Silda som danner et skille mellom Sandlandsfjorden i vest og Bergsfjorden i øst. Sør for Silda ligger Marøya som ligger ytterst Langfjorden, som strekker seg ca 13 km inn til fjordbotn og som danner den innerste delen av fjordsystemet (Figur 1).

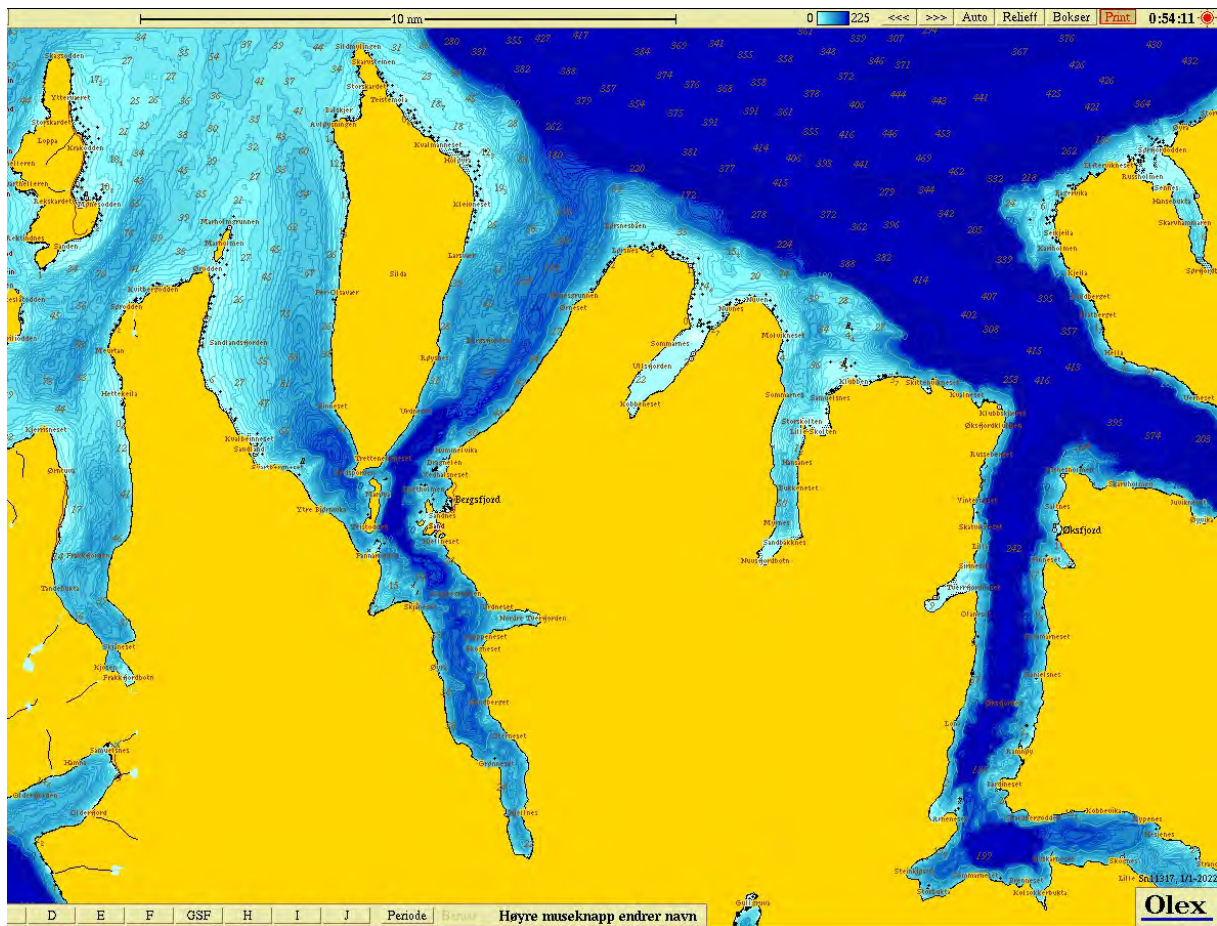


Figur 1 Ytre Loppa med øya Silda, og oppdrettslokaliteter markert med rød-hvite punkt innenfor sort ramme. Grønt punkt markerer tenkt plassering av lokalitet Geitelva (kartkilde: Fiskeridirektoratets kartverktøy).

Fjordsystemet er en terskelfjord, der det er terskler både på øst- og vestsiden av Silda. På vestsiden, i Sandlandsfjorden, er bunnen relativt grunn der bunnen skråner svakt oppover fra sørspissen av Silda hele veien forbi nordspissen av øya til bunnen skråner bratt ned mot dypområdene til Loppahavet på rundt 400 meter. Grunneste terskeldyp er rundt 50 meter på nordvestsiden av Silda, mens det på sørvestspissen av øya er rundt 160 meter dypt. Det samme er tilfellet øst for Silda, men terskeldypet ligger der på rundt 140 meter øst for den nordlige enden av øya, i Bergsfjorden. Sør i Bergsfjorden, på sørøstsiden av Silda er dypet på rundt 210 meter. Dette dypområde strekker seg videre innover i Langfjorden mot Sloppegrunnen midt i fjorden, der det blir grunnere og hvor bunnen har flere mindre terskler mot fjordens indre del (Figur 2).

Fjordsystemet er eksponert for høye bølger og havdønninger, spesielt Sandlandsfjorden. Bergsfjorden er i mindre grad eksponert for dette, spesielt indre del. Langfjorden er mer preget av vindgenererte bølger og er vesentlig mindre eksponert.

Cermaq Norway eier alle lokalitetene i fjordsystemet



Figur 2 Bunntopografi rundt område Silda (kilde: Olex).

## 3 Modell og metode

### 3.1 Strømningsmodell

Vi har benyttet The Finite Volume Community Ocean Model (FVCOM), utviklet ved Scripps Institution of Oceanography og University of Massachusetts-Dartmouth (Chen, 2013). Modellen løser Newtons bevegelsesligninger på et ustrukturert gitter, som betyr at detaljgraden i simuleringen kan økes der det er behov for det. I våre anvendelser av modellen øker vi gjerne detaljgraden i nærfeltet til oppdrettsanlegg og i områder med kompleks topografi. Detaljgraden kommer som følge av gitterets oppløsning. En oppløsning på 100 m betyr at vi får informasjon om temperatur, saltholdighet og spredning hver 100 m horisontalt.

I dette oppdraget har vi brukt ca. 15 m oppløsning i de delene av modellområdet som er aktuelle for plassering av oppdrettsanlegg. Oppløsningen er ca. 100-200 m ellers i domenet. I hvert punkt har vi beregnet verdiene til variablene i 30 lag vertikalt.

Modellen trenger informasjon om omgivelsene, denne informasjonen kaller vi for inngangsdata. Inngangsdataene gir informasjon om elveavrenning, atmosfære-hav interaksjon (nedbør, vind, stråling) og havsirkulasjon/temperatur/saltholdighet på randen av modellområdet.

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har delt elveavrenningsdata med oss, mens atmosfære-inngangsdata henter vi fra Metrologisk institutt sin modell MetCoOp. For randen av modellen hentes data fra vår egen FVCOM-kjøring som dekker hele Nordland.

Bunntopografien er hentet fra Norges Kartverks offentlige database, som er lagret med 50 m avstand. Vi har av tekniske grunner glattet batymetrien noe. Vi modellerte sirkulasjonen i modellområdet for september (2013), da dette er forventet maksimum for lokaliteten. En modellering med strømndata for 2022 ville gitt andre resultater i øyeblikksbilder, men erfaring tilsier at strømstatistikken er representativ for hvilket som helst år. Det vil si at selv om bunnstrømmen i 2013 ikke er lik den i 2022, så er styrken på strømmen sammenlignbar fra år til år, og konklusjonen man trekker av en analyse for 2013 vil også holde for 2022.

### 3.2 Sedimenteringsmodellering

Sedimentering er bunnfallet som kommer som konsekvens av at faste partikler suspendert i en vannmasse har større tetthet enn væsken. Synkehastigheten til disse faste partiklene bestemmes av partikkelstørrelsen. En sedimentert partikkel – altså en partikkel som har falt til bunn – kan piskes opp i vannsøylen igjen om turbulensen nær bunnen er sterk nok (resuspensjon). Denne turbulensstyrken er avhengig av bunnstrømsstyrken.

I de senere år har det vært rettet et stort fokus på å forstå bunnfallet- og resuspensjonen til avfall fra oppdrettsanlegg. For å simulere spredning og deponering av avføring fra fisk og fôrspill bruker vi FVCOM sammen med en sedimenteringsmodell som er formulert i FABM (Bruggeman J, 2014). Sedimenteringsmodellen tar utgangspunkt i et arbeid av (Bannister, 2016). De fant synkehastigheter til avføring og fôrspill fra forsøk i en tank. Avfallet ble delt inn i 6-8 kategorier med forskjellig synkehastighet avhengig av størrelse på fisken i den aktuelle merden og type fôr. I sedimenteringsmodellen bruker vi et sporstoff for hver kategori, og sporstoffet blir gitt en synkehastighet i henhold til (Bannister, 2016).

For resuspensjonsmodellen kan man i grove trekk si at organisk materiale resuspenderes fra bunn ved hastigheter over 9 cm/s (Law, Hill, Milligan, & Zions, 2016), men hvor mye masse som forflyttes avhenger også av andre faktorer som bunntype og variabilitet i strømstyrke.

Utslipet simuleres ved 5 sporstoffer som hver kan ha ulik synkehastighet, forskjellig mengde som slippes ut og ulikt karboninnhold. Partiklene simuleres som sporstoff som

spres tredimensjonalt gjennom cellene i 30 dybdelag til de sedimenterer på bunnen, og resuspensjonen tar over muligheten for at partiklene flytter seg ytterligere. To av sporstoffene representerer fiskefôr og de tre andre representerer fekalier (avføring) (se Tabell 1). Synkehastighetene er hentet fra forsøkene beskrevet i (Bannister, 2016). I en produksjonssyklus vil fiskens størrelse og derved også utslippenes egenskaper endre seg. Fiskefôr som går direkte til bunnen under anlegget har et annet karboninnhold enn fekalier. Karboninnhold i fôr er beregnet til å være 57 % (Brooks K., 2000) (Brooks K. M., 2003). Fôrspill er satt til 2% av utfôring. Andel karbon i fekaliene er beregnet til 2,67% av utfôring (Brooks K., 2000) (Brooks K. M., 2003).

Tabell 1: Synkehastighet og prosentvis fordeling av sporstoff i fekalier og fôr.

		fekalie	fekalie	fekalie	fôr	fôr
Sporstoff nr.		4	5	6	7	8
Synkehastighet (cm/s)		1,0	3,75	7,5	8,8	12,0
fiskens vekt	1-600g	15 %	21 %	64 %	100 %	0 %
	600-1500g	13 %	9 %	78 %	0 %	100 %
	>1500g	14 %	27 %	59 %	0 %	100 %

### 3.2.1 Inngangsdata fra produksjon av laks

Produksjonsdata for en produksjonssyklus ble innhentet fra oppdragsgiver om utsett, utslakting, fiskebeholdningens antall, snittvekst og utfôring (Pers. medd. Jonny Opdahl). Det er primært mengden biologisk tilgjengelig organisk karbon fra oppdrett som fører til økologiske endringer i bunnsstrat under og ved anleggene (Hargrave B T, 2008). Tidligere studie (Keeley N B, 2013) viser at en modellering av sedimentenes økologiske respons på mengde utfôring i et oppdrettsanlegg kan vises i korte tidsserier fra driftsperioden på en til seks måneder. APN har valgt å modellere karbonavsetning under og rundt anlegget for måneden med størst utfôring/ maksimal biomasse. Dette gir et anslag for lokalitetens belastning med organisk tilgjengelig karbon ved maks biomasse. Modellresultatene kan da vurderes opp mot resultater fra B-undersøkelser (NS9410:2016) som også utføres rundt maksimal biomasse.

En matrise for karbonutslipp for hvert sporstoff for den måneden med størst utfôring blir regnet ut for lokaliteten. Akkumulert avsetning av alle sporstoffer i hver av bunncellene i modelldomenet for de aktuelle månedene med størst produksjon av laks blir modellert, og sedimentering av karbon blir beregnet ved å multiplisere mengde karbon i hvert sporstoff med prosentvis avsetning av sporstoff i hver bunncelle. Ved å midle disse verdien over antall dager med utfôring blir karbonavsetning i gram karbon per dag funnet. Resultatene blir vist i fargekoder i geografiske kart med karbonavsetning per dag i hver bunncelle. APN har også beregnet størrelsen av areal under og rundt oppdrettsanlegg som er påvirket, samt mengde daglig karbonutslipp til disse arealene. Dette uttrykkes med 10-grams isolinje i den grafiske framstillingen, der tilførselen er større enn 10 gram karbon/m<sup>2</sup>/dag innenfor denne linjen.

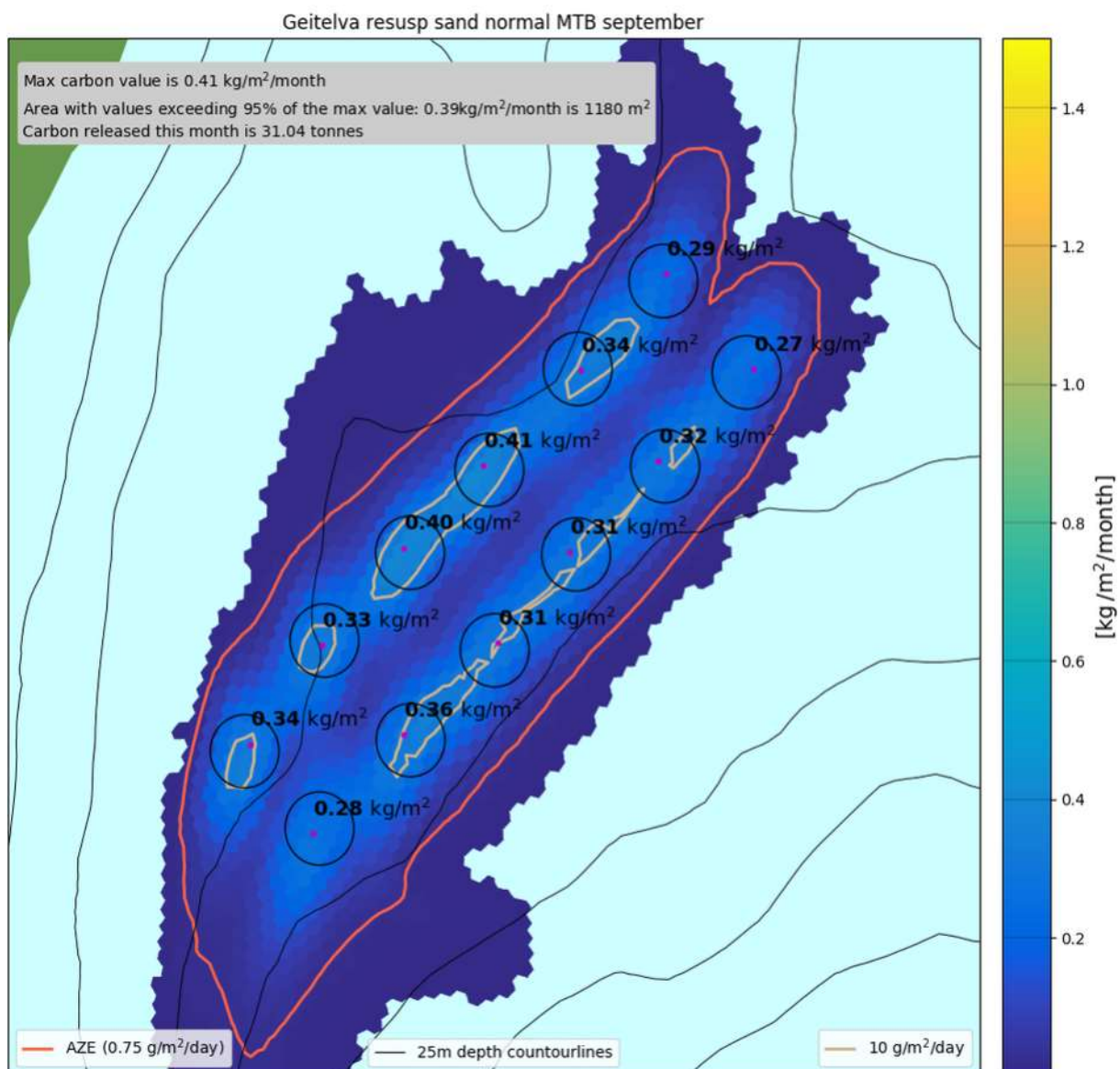


## 4 Resultater

For lokalitet Geitelva er det lagt til grunn en produksjonsmengde 6000 tonn og en total utforingsmengde på 8300 tonn. Produksjonsplanen er hentet fra lokalitet Storholmen, som har litt høyere produksjonsmengde, men som er prosentvis justert ned til 6000 tonn både for fiskemengde og fôr. Måneden med høyest utforingsrate er september måned, med 933 tonn. Dette gir en beregnet karbonmengde som tilføres vannmassene på 31 040 kg denne måneden.

Det er lagt til grunn ei forankringsramme på 2x6 bur og bur-størrelse på 110x110 meter. Merdene har en omkrets på 200 meter.

Figur 3 viser resultatene fra sediment-modelleringen.



Figur 3 Utstrekning og mengde karbon sedimentert ved lokalitet Geitelva.

Resultatene viser at høyeste karbontrykk under hver enkelt merdene er på 0,41 kg/m<sup>2</sup>/mnd ved en av de to midterste merdene nærmest land. Dette er også området i anleggssonen som har høyest karbontrykk. Det er forbindelse i den grå isolinjen rundt disse to merdene, 10-grams isolinjen, noe som kan indikere overføring av karbonpartikler ved bunnen fra den ene merden til den andre. Dette er ikke tilfellet for de andre merdene.

Karbonmengden fra sediment modelleringen sammenlignes vanligvis med resultater fra B-undersøkelse tatt i forbindelse med maksimal produksjon og med samme produksjonsplan som er lagt inn i modelleringen. Siden dette er et anlegg som er under planlegging har vi ingen B-undersøkelse å sammenligne med slik at vi kan få indikasjon på miljøbelastningen som karbonmengden under hver merde gir. Men fra mange av tidligere modelleringer der slike sammenligningene er gjort, har vi erfaring med at rundt 1 kg karbon per kvadrat per måned kan gi endring i lokalitetstilstand under merdene (fra tilstand 2 og dårligere). For lokalitet Geitelva vurderer vi at modellert mengde karbon i liten grad vil påvirke miljøtilstanden i forhold til en B-undersøkelse. En annen indikasjon på dette er at utbredelsen til 10-grams isolinjene er beskjedne.

Den røde linjen rundt anlegget er AZE-sonen (Allowable Zone of Effect) gitt i ASC-standard, der det tillates miljøpåvirkning fra oppdrettsproduksjon innenfor denne modellerte linjen. AZE-sonen har lengst utbredelse mot sørvest, som ansees som spredningsretningen for lokaliteten.

## 5 Oppsummering

Det er gjennomført sediment modellering ved planlagt ny lokalitet Geitelva sørøst for øya Silda i ytre Loppa, Troms og Finnmark fylke. Resultatene viser at karbontrykket ved bunnen under hver av merdene i anlegget generelt er lavt og at disse ikke vil gi vesentlige endringer i miljøtilstanden ved bunnen med en produksjonsplan som legger en MTB på 6000 tonn til grunn.

Modellert AZE-sone viser at organisk materiale i hovedsak vil spres mot sørvestlig retning, og i mindre grad mot nordøst.

## 6 Referanser

- Bannister, R. J. (2016). Near-and far-field dispersal modelling of organic waste from Atlantic salmon aquaculture in fjord systems. *ICES Journal of marine Science*, 2408-2419.
- Brooks, K. (2000). Salmon farm benthic and shellfish effects study 1996-1997. *Aquatic Environmental Sciences*.
- Brooks, K. M. (2003). Interactions of Atlantic salmon in the Pacific northwest environment: II. Organic wastes. *Fisheries Research* 62, 255-293.
- Bruggeman J, B. K. (2014). A general framework for aquatic biogeochemical models. *Environmental modelling and software vol 61*, 249-265.
- Chen, C. H. (2013). An unstructured grid, finite-volume, three-dimensional, primitive equations ocean model: application to coastal ocean and estuaries. *Journal of atmospheric and oceanic technology* 20.1 , 159-186.
- Hargrave B T, H. M. (2008). 2008. *Marine Pollution Bulletin* 56, 810-824.
- Keeley N B, C. C. (2013). Predictive depositional modelling (DEPOMOD) of the interactive effect of current flow and resuspension on ecological impacts beneath salmon farms. *Aquaculture Environmentals Interactions Vol 3*, 275-291.
- Law, B., Hill, P., Milligan, T., & Zions, V. (2016). Erodibility of aquaculture waste from different bottom substrates. *Aquacult. Environ. Interact.*, 575–584.
- Opdahl, Jonny. Utviklingsleder, Cermaq Norway.

## 7 Vedlegg

Koordinatliste senterpunkt for merder brukt i modelleringen.

### Geitelva

Pkt nr	N	Ø	Dyp
1	70.17.125	21.46.634	65
2	70.17.089	21.46.495	70
3	70.17.047	21.46.350	71
4	70.17.013	21.46.221	67
5	70.16.977	21.46.082	58
6	70.16.930	21.45.948	55
7	70.16.890	21.46.046	76
8	70.16.926	21.46.193	80
9	70.16.963	21.46.330	84
10	70.17.003	21.46.464	88
11	70.17.039	21.46.608	127
12	70.17.078	21.46.742	111