

## Edle mineraler i mafiske og ultramafiske bergarter - en oppsummering av platina-gruppe mineraler (PGM) funnet i Norge i de senere år.

Lars Petter Nilsson & Rune B. Larsen

Fram til 1984 var det bare kjent noen få platina-gruppe mineraler (PGM) med finnested i Norge. Sperrylitt  $PtAs_2$  og cooperitt  $PtS_2$  var bl. a. blitt funnet i elvesand sammen med gull fra Storfossen i Karasjokka, og fra Sargejokk gullfelt var det funnet sperrylitt og gedigent platina Pt (Bjørlykke 1966, side 47-50).

Forutsetningen for en effektiv undersøkelse og sikker bestemmelse av PGM er at man har tilgjengelig en elektron-mikrosonde med et tilknyttet scanning elektronmikroskop (SEM). En slik instrumentkombinasjon ble anskaffet ved Institutt for kontinentalsokkelundersøkelser, IKU (nå: IKU Petroleumsforskning as) i Trondheim i 1983.

Skredet av nye PGM i Norge startet høsten 1984 med Arne Grønliens undersøkelse av kobber-nikkelmalm fra Lillefjellklumpen i Grongfeltet i Nord-Trøndelag. Grønliens resultater rakk akkurat å komme med som "pers. medd." i "Norges Mineraler" (Neumann 1985, side 35 og 38). Resultatene er videre publisert i NGT (Grønlie 1988). Allerede Foslie og Johnson Høst (1932) hadde dokumentert at malmen fra Lillefjellklumpen var rik på platina (Pt) og palladium (Pd), men visste ikke den gang om edelmetallene var gitterbundet i sulfidene (særlig i kobberkisen), eller satt som egne diskrete mineralfaser. Grønlie fant fine eksempler på merenskyitt,  $PdTe_2$ , sperrylitt,  $PtAs_2$ , moncheitt,  $PtTe_2$ , og temagamitt?,  $Pd_3HgTe_3$ .

Grønliens oppmuntrende resultater ansporet øyeblikkelig undertegnede (LPN) til også å prøve seg på den nye mikrosonden. På dette tidspunktet var det ennå ikke mulig å få gjort kommersielle analyser på alle de seks platina-gruppe elementene (PGE: Os, Ir, Ru, Rh, Pt og Pd). Man fikk kun analysert på Pt og Pd, og deteksjonsgrensene var relativt meget høye sammenlignet med dagens. Jeg satt derfor kun med en svak analytisk indikasjon på en anrikning av Pd og Pt i løsblokker av ferropyroksenitt fra Gråsubekken i Jotunheimen. Torgeir T. Garmo hadde i 1979 fortalt meg om et funn som glasiolog Hans Christian Olsen ved NVE hadde gjort her omkring 1970. På vei ned fra bremålinger på Gråsubreen (østskrånningen av Glittertindmassivet) hadde han stoppet opp ved noen malakittbelagte blokker ved starten på Gråsubekken der denne kommer ut av breen og tatt noen prøver. Disse ble analysert ved Mineralogisk Geologisk Museum i Oslo hvor sperrylitt samt gedigent platina(?) ble bestemt/indikert(?).

Undertegnede fikk full klaff i første forsøk med materialet fra Gråsubekken. Selv om kornene kun var i størrelsesområdet opp til ca. 5 mikrometer kom enkelte av analysene ut med meget gode totalsummer, d. v. s. fra 98 til 101 vekt-%. Nedenfor følger en opplisting av mineralene som ble funnet i blokker fra Gråsubekken. Som opplistingen viser dreier det seg om legeringer med Pd som viktigste PGE. En artikkel om mineralene fra Gråsubekken er for tiden under arbeid og nedenstående er hentet fra manuskriptet til denne.

## GRÅSUBEKKEN, JOTUNHEIMEN:

Edelmetallfaser, assosierte faser/vertsfaser av Cu-sulfider og molybdenglans samt ikke-assosierte base-metall sulfider:

Edelmetall-faser:

Pd-Cu-Pt-Fe (+/- små mengder eller spormengder av Au, As, Bi, Te, Ir and Rh) legering i kobberkis (cpy) eller silikater

mulig "cuprian palladium" (ligner mest på UN 1975-2 i Cabri 1981)

Pd-Cu-(Pt)-(Au)-(?Ag) legering i cpy

Pd-rik "cuprian palladium"

Pd-?Cu-?Fe-Pt-(Au)-(Te) legering i uidentifisert ?Cu-Fe førende vertsfase uten S

Pd-(?Fe)-(?Cu)-(Pt)-(Au)-(Te) legering i ?bornitt (bn)/?cpy

Pd-Pt-Te legering i cpy,

Pd-Cu-Au-?Fe-(Pt)-(Ag) legering i silikater

Pd-Au-Te legering i bn +?cpy,

Pd-Te-As legering i bn

Pd-Te-Pb legering i cpy,

Pd-Pb legering i cpy

Pd-Ag legering i silikater,

Au-Pd-(Pt) legering i molybdenglans (MoS<sub>2</sub>)

Te-Pd legering i bn,

Ag-Au legering

(Ag/Ag+Au forholdet er ca. 0.4/1 hvilket indikerer ?elektrum/"gyldisk sølv"(Neumann 1985, p. 4))

Pt-Pd-Fe-Cu legering i silikater

"cuprian platinum" eller ferroplatina

---

- elementene er listet etter avtagende konsentrasjon (i vekt-%)

- underordnede elementer er satt i parentes (d.v.s. mindre enn ca. 5 vekt-% hvor totalen er normalisert til 100 %)

Assosierte faser/vertsfaser:

kobberkis (cpy), bornitt (bn), covellin (cov), molybdenglans (MoS<sub>2</sub>),

uidentifisert ?Cu-Fe førende fase uten signifikant S, uidentifisert S-fri, ?Fe-Cu førende fase,

silikater (klinopyroksen pluss eventuelt flogopitt, etc.)

base metall sulfider (BMS) som selv ikke er vertsfase/pikke i kontakt med diskrete edelmetallfaser, men disse BMS kan selv inneholde små mengder/spormengder av PGE og Au:

pentlanditt, Co-pentlanditt (Co>Ni), Co-pentlanditt (Ni>Co) med 0.2 % Pt og 0.4 % Au,  
svovelkis, magnetkis,

Aksessorier (fra polerslip nr. 906 av tungmineral-konsentrat):

blyglans, barytt, U-V-Cs fase, monazitt,

Ce-La-?Nd-?Pr + eventuelle andre REE (opptrer som en liten kule)

andre Ce-La gruppe mineraler (LREE-mineraler)

### **PGM i ofiolitter**

Midt på 1980-tallet ble det ved NGU gjort et pilotstudium på PGE i Norge. Arbeidet ble ledet av Ron Boyd, og en viktig deltager i prosjektet var PGE-spesialist Sarah-Jane Barnes som arbeidet ved NGU på den tiden. Resultatene fra pilotprosjektet fins i en åpen NGU-rapport (Barnes et al. 1987). Krommalmen var blant de "geotopene" som ble undersøkt. Krommalm fra ca. 60 forskjellige forekomster i Midt-Norge og på Helgelandskysten ble analysert på Pt, Pd og Au. Av 66 analyserte prøver viste 6 klart anomale Pt og/eller Pd-verdier. PGM ble funnet og bestemt som inneslutninger i kromitt i to av forekomstene, Osthammeren ved Røros og Ørnstolen ved Selsøyvik i Rødøy. Resultater av de videre undersøkelsene av materiale fra Osthammeren er gitt i Nilsson (1987, 1988, 1989, 1990a og 1990b) samt i Nilsson, Sturt og Ramsay (1997). Nedenfor er listet opp platina-gruppe mineraler som til nå er bestemt fra Osthammeren, videre er tatt med gjennomsnittsgehalter for analyserte prøver samt analyseverdier for den rikeste av de analyserte prøvene (data tatt fra manuskript under arbeid). Mikrosondearbeidet ble vesentlig utført i perioden 1986 - 1988. Senere er en mengde slip fra Osthammeren mikroskopert, og anslagsvis flere hundre inneslutninger av PGM er observert, men ennå ikke bestemt på mikrosonde av finansielle og andre årsaker. Det er imidlertid nå gitt signaler ved NGU om at arbeidet med PGM i Osthammeren kan bli tatt opp igjen i nærmeste fremtid.

### **OSTHAMMEREN**

Osthammeren er en liten serpentinitkuppe SØ for Røros. Den er tolket til å representere et lite mantelfragment (0,05 km<sup>2</sup>) tilhørende Vågåmo ofiolitten (Sturt, Bøe, Ramsay & Bjerkgård 1995), (Sturt, Ramsay & Bjerkgård 1997) og (Nilsson, Sturt & Ramsay 1997).

Kromitt er det eneste magmatiske mineralet som er igjen på Osthammeren. De primære silikatene er totalt omvandlet til serpentin, og underordnet opptrer også litt karbonat (magnesitt?) på årer. Det meget høye Cr/Al forholdet i kromitten (0,90) indikerer dannelse på et relativt stort dyp i den øvre mantel (dypere enn de store nabofragmentene Feragen (15 km<sup>2</sup>), Raudhammeren (5km<sup>2</sup>) og Klettene.

PGM-fasene er listet i Nilsson (1990a). Denne artikkelen ble kommentert av Jambor og Vanko (1991) som kom med opplysninger/forslag til ytterligere to mineralbetegnelser \*.

PGM-faser:

lauritt RuS<sub>2</sub>

Os-lauritt (Ru,Os)S<sub>2</sub>

erlichmanitt OsS<sub>2</sub>

Ir-rich erlichmanitt (Os,Ir)S<sub>2</sub>

osarsitt OsAsS	irarsitt IrAsS
hollingworthitt RhAsS	platarsitt PtAsS
sperrylitt PtAs <sub>2</sub>	iridosmin Os,Ir
osmiridium Ir,Os	navnløs fase: Pt <sub>2</sub> (Ir,Os)Fe <sub>0.65</sub>
gedigent Os	stibiopalladinitt (c. Pd <sub>3</sub> Sb)
* tolovkitt IrSbS	* Rh-rich tolovkitt (Ir,Rh)SbS
* mulig beta-iridisite? (Ir,Pt,Pb)S <sub>2</sub>	

Assosierte faser:

pentlanditt (Fe,Ni)<sub>9</sub>S<sub>8</sub> , niccolitt NiAs and heazlewooditt Ni<sub>3</sub>S<sub>2</sub>

Gehalter: ref. Boyd et al. (1990)

Platina-gruppe mineralene sitter som inneslutninger i rik slire/åre type krommalm med et meget lavt innhold av gangartsmineraler.

Gjennomsnitt i 12 kromittprøver  
i ppb, aritmetisk middel:

rikeste enkeltanalyse\*

	ppb _____	
Os	346	130
Ir	243	160
Ru	396	160
Rh	35	130
Pt	449	9300
Pd	17	79
Au	14	200
PGEtotal + Au	1500	10159

\* den høyeste oppnådde gehalten på ca.10 ppm skyltes trolig en sperrylitt nugget-effekt hvor sperrylitt, samt i mindre grad også Rh- og Pd førende PGM og Au, var sammenvokst. To replikat-analyser av den samme prøven ga nemlig ikke de samme meget høye analyseverdiene.

Når det gjelder Ørnstolen kommer denne helt i skyggen av Osthammeren hva antallet kjente PGM angår. Fra Ørnstolen er bestemt lauritt, Os-lauritt og irarsitt samt mulig sobolevskitt (Pd<sub>0.98</sub>Pt<sub>0.02</sub>)(Bi<sub>0.64</sub>Au<sub>0.28</sub>Te<sub>0.08</sub>), hvorav sistnevnte vel ikke er funnet andre steder i Norge(?). Referanse til Ørnstolen: (Nilsson 1988, 1990c og Boyd et al. 1990, vol. 2 side 93 - 121).

Også fra Raudberget i Stølsheimen i Sogn har undertegnede LPN bestemt en rekke PGM (se Boyd et al. 1990, vol. 1 + vol. 2, side 133 - 156). Konsentrasjonene av PGE var i utgangsmaterialet her svært lave. PGM ble derfor kun undersøkt og funnet i tungmineralkonsentrater fra dunitt, serpentinit og talkrike bergarter:

irarsitt, (Ir,Rh,Pt)AsS, iridosmin, Os,Ir,(Pt), ruthenian osmium, Os,Ru,Ir, geversitt, PtSb<sub>2</sub>, isoferroplatina, Pt<sub>3</sub>Fe, Pt-Fe legering som mulig er tetraferroplatina, PtFe, en Cu-Au-Os-Pt legering samt micheneritt, PdBiTe.

En rekke andre sjeldne mineralfaser med Te, Bi, Sb og Se samt gedigent gull og uraninit opptrer her sammen med PGM. De viktigste ledsagermineralene er her ikke kromitt, men heazlewooditt, Ni<sub>3</sub>S<sub>2</sub>, og pentlanditt, (Ni,Fe)<sub>9</sub>S<sub>8</sub>.

## LEKA OFIOLITT KOMPLEKSET

Når det gjelder PGM i Leka-ofiolittkomplekset henvises til arbeidene gjort ved Universitetet i Bergen i samarbeid med NGU, særlig Geir Mossige Johannesens hovedfagsoppgave fra 1992. Nedenfor er tatt med et meget kort ekstrakt.

Referanser:

Boyd et al. (1990), Pedersen, Johannesen & Boyd (1993) og Johannesen (1992).

Mineralogi og gehalter:

i manteltektonitten (massiv kromitt i orthopyroksenitt årer i harzburgitt):

min. 2832 ppb total PGE + Au

maks. 8500 ppb total PGE + Au

gjennomsnitt (n=5) 4770 ppb PGE +Au i en 10-20 cm mektig kromittåre

PGM-faser:

Pt-legeringer (mest vanlig opptredende), Pd-Cu antimonid (vanlig), Pt-Cu-(Sb) (vanlig), mens resten opptrer sjeldent: Lauritt, Ru-Ir-Fe-Ni, Rutenium pentlanditt, Gedigent Os, Ni-Fe-Ir-Pt, Rh-Sb, Stibiopalladinitt, Geversitt, Tulameenitt and gedigent Pt.

I den lagdelte serien:

De opptrer tre typer av stratiforme PGE-anrikninger:

Pd-dominerte anrikninger assosiert med sulfidrike horisonter (stratigrafisk høyeste nivå) mineralselskap: pentlanditt, heazlewooditt, awaruit, gedigent Cu, magnetitt, Cu-Pd-Au legeringer og keithkonitt (sjelden).

Pt-dominerte anrikninger med stratigrafisk posisjon rett under de Pd dominerte horisontene mineralselskap: pentlanditt, awaruit (euhedral), Pt-Fe-Ni legeringer, Pd-Cu antimonid og Pd-Fe-Ni-Cu-(Zn) (sjelden)

Os-Ir-Ru anrikninger assosiert med kromitthorisonter (disseminert kromitt) (stratigrafisk laveste nivå) mineralselskap: ikke dokumentert?

De PGE-mineraliserte horisontene kan følges lateralt (langs strøket) over 1.5 km

Kjerneboringer gjennom de Pt- og Pd-anrikede horisontene ga 0.5 and 1m gjennomsnittsgehalter på ca. 1 ppm PGE + Au, og håndstykker fra en av horisontene ga over 3 ppm PGE.

Totalt IPGE-innhold (d.v.s. Os+Ir+Ru) i Os-Ir-Ru anrikninger ligger i størrelsesområdet et par hundre ppb.

Den rikeste analysen (Econ. Geol. 88, Table 5, side 796) viste Os + Ir + Ru = 130 + 83 + 260 = 473 ppb.

## FEØY

Fra arbeidet til Foslie og Johnson Høst (1932) var det kjent en meget PGE-rik malm i tillegg til Lillefjellklumpen, nemlig kobber-nikkelmalmen på Feøy utenfor Haugesund. Nedenfor følger et kort ekstrakt med data fra Feøy:

Referanser: Boyd, Barnes & Grønlie (1988), Boyd & Nixon (1985), Sturt, Thon & Furnes (1980), Scott (1992) og Foslie & Johnson Høst (1932).

Malmen er en massiv, fin- til middelskornet sulfidmalm beliggende i gangkomplekset i Karmøy ofiolitten ("sheeted dykes" i gabbro).

PGM:

kotulskitt Pd(Te,Bi), temagamitt Pd<sub>3</sub>HgTe<sub>3</sub> and sperrylitt PtAs<sub>2</sub>

Gehalter:

Gehaltområde ifølge Boyd, Barnes & Grønlie:

Os	31	- 490 ppb
Ir	6.4	- 410 ppb
Ru	72	- 480 ppb
Rh	23	- 440 ppb
Pt	640	- 5400 ppb
Pd	2600	- 8000 ppb
Au	6	- 310 ppb
Ni	0.19	- 2.35 wt-%
Cu	0.87	-16.3 wt-%

Gjennomsnitt ifølge Foslie & Johnson Høst:

Pt	1.12 ppm
Pd	2.97 ppm

Meget rike prøver ifølge Boyd & Nixon:

Pt	opp til 11 ppm
----	----------------

## STORMYRPLUTTEN OG LILLEFJELLKLUMPEN

Stormyrplutten og Lillefjellklumpen er to små gabbro intrusjoner der finnes innen for Grongfeltet i det nordlige Nord-Trøndelag. Grongfeltet er mest kjent for sine kopper og sink forekomster der produserte malm i mange årtier (til eksempel Skorovass gruben). Imidlertid ble det allerede kjent tilbake i 1930'erne at Lillefjellklumpen inneholdt anomale konsentrasjoner av platinagruppermetaller, etter at S. Foslie og M. Høst gjennomførte kjemiske analyser av denne forekomst. Foslie og Høst's arbeider er ganske bemerkelsesverdig idet platinametall forekomster var svært sjeldne på det tidlige trettitallet. De store forekomstene i Sør-Afrika var bare funnet noen få år tidligere. Likeledes kunne man ikke se platinagruppe mineralene med det blotte øye og analysene måtte foretaes med tidkrevende våtkjemiske metoder der var beheftet med stor usikkerhet. Allikevel kunne Foslie og Høst konkludere med at Lillefjellklumpen inneholdt 3.8 g/tonn platina + palladium, en verdi der er imponerende nær ved moderne analyser fra 1995 (Grønlie, 1988; Larsen og Grenne, 1995) der giver en konsentrasjon på 3.43 g/tonn platina + palladium og ca. 0.5 g/tonn gull. Størsteparten av platinametallerne sidder i merenskyit og sperrylit. Disse og øvrige mineraler er tabulerte nedenfor.

Platinagruppe mineraliseringene i Stormyrplutten gabbroen ble ikke oppdaget før i 1991 hvor NGU foretok systematiske undersøkelser av en magmatisk kopper + nikkel forekomst der tidligere var kjent fra denne intuisjon. Kjemiske analyser viste at forekomsten gjennomsnittlig inneholder 0.64 g/tonn platina + palladium og ca. 0.05 g/tonn gull og at der således er tale om meget lave konsentrasjoner av edle metaller sammenlignet med Lillefjellklumpen. Platinametallerne sidder overveiende i sperrylit og temagemit men i tillegg til disse blev der funnet 9 andre platinagruppe mineraler av hvilke flere ikke er alminnelig kjente.

Både Lillefjellklumpen og Stormyrplutten inneholder særdeles lave konsentrasjoner av rhodium, ruthenium, iridium og osmium og der blev heller ikke funnet mineraler hvor disse platinagruppe elementer var tilstede.

Platinagruppe mineraler (oppført med fallende hyppighet for hver enkelt forekomst)

### *Lillefjellklumpen (fra Grønlie, 1988)*

Merenskyite	$\text{PdTe}_2$
Sperrylit	$\text{PtAs}_2$
Moncheit	$\text{PtTe}_2$
Temagemit (?)	$\text{Pd}_3\text{HgTe}_3$

### *Stormyrplutten*

Sperrylit	$\text{Pt}_{0.75}\text{Fe}_{0.25}\text{As}_2$
Temagemit	$\text{Pd}_3\text{SbTe}_3$
Borovskit	$\text{Pd}_3\text{SbTe}_4$
Merenskyit	$\text{PdTe}_2$
Sudburyit	$\text{PdSb}$
Stibioppalladinit	$\text{Pd}_3\text{Sb}$
?	$(\text{Pd}, \text{Pt})_4\text{Sb}_2\text{As}_3$
?	$\text{Pd}_{1.3}\text{TeHg}$

?	PdTe <sub>1.8</sub> Hg
?	Pd <sub>2</sub> Sb <sub>2</sub> Te
?	Pd <sub>7</sub> Sb <sub>5</sub> Te <sub>4</sub>

### KARENHAUGEN, PORSVANN OG GALLUJAVRRI

Dette er tre PGE-anrikede lokaliteter innenfor Karasjok tidlig-proterosoiske grønnsteinsbelte i Finnmark. Karenhaugen og Porsvann er til dels sterkt Pd og (Pt) anrikede Cu-PGE mineraliseringer i intrusive ultramafiske amfibolittlinser like sydøst og syd for Lakselv, mens Gallujavrri er en PGE-anriket Ni-Cu mineralisering i en noe friskere, 5 km lang ultramafisk intrusjon lenger syd i grønnsteinsbeltet. Et kort referat om PGE i Karenhaugen og Gallujavrri er gitt av Often & Nilsson (1990). Nedenfor følger et utdrag av PGM funnet i materiale fra Karenhaugen-forekomsten. Mikrosondearbeidet ble utført av LPN høsten 1989, mens den forutgående bearbeiding av materialet samt oppdagelsen av de anomalt høye PGE-verdiene ble gjort av Morten Often ved NGU.

1) Det hyppigst opptredende PGM er mellomledd i blandingsrekken stibiopalladinit/ mertieitt I,II - arsenopalladinit/stillwateritt.

Stibiopalladinit (ideell formel Pd<sub>5</sub>Sb<sub>2</sub>)/

arsenopalladinit (ideell Pd<sub>8</sub>(As,Sb)<sub>3</sub>)/

Mertieitt I (ideell Pd<sub>11</sub>Sb<sub>4</sub>)/

stillwateritt (ideell Pd<sub>8</sub>As<sub>3</sub>)

Mertieitt II (ideell Pd<sub>8</sub>Sb<sub>3</sub>)

- sammensetninger med omtrent like store deler Sb og As samt litt Cu, men helt ubetydelig Pt i tillegg til Pd er det vanligst forekommende i Karenhaugen.

- et Sb-fritt ledd med sammensetning tilsvarende stillwateritt ble bestemt i ett enkelt tilfelle.

2) varianter av mulig Cu-førende legeringer(?), bl.a. Cu<sub>64</sub>Pt<sub>8</sub>Pd<sub>3</sub>Ag<sub>1</sub>As<sub>22</sub>, denne kan også representere et Cu-sulfid og et Pt-Pd arsenid(?).

3) Palladoarsenid (ideell formel Pd<sub>2</sub>As)

(Pd<sub>1.77</sub>Pt<sub>0.12</sub>Cu<sub>0.03</sub>)sum=1.92(As<sub>0.51</sub>Te<sub>0.30</sub>Sb<sub>0.09</sub>)sum=0.90

(Pd<sub>1.71</sub>Cu<sub>0.06</sub>)sum=1.77(As<sub>0.57</sub>Sb<sub>0.39</sub>)sum=0.96

4) Gedigent palladium, Pd<sub>0.97</sub>Te<sub>0.03</sub>

5) Sperryitt, PtAs<sub>2</sub>, forekommer både som frikorn og i sammenvoksning med stibiopalladinit/mertieitt I og II.

6) (Pd<sub>0.74</sub>Pt<sub>0.16</sub>Cu<sub>0.04</sub>)sum=0.94(As<sub>0.66</sub>Sb<sub>0.20</sub>)sum=0.86

navnløs(?), tilsvarer nærmest As-ekvivalenten av sudburyitt(ideell PdSb).

7) (Pd<sub>0.79</sub>Cu<sub>0.02</sub>)sum=0.81(Sb<sub>0.10</sub>As<sub>0.03</sub>)sum=0.13

navnløs(?), ikke tidligere rapportert sammensetning.

8) rent Pd-tellurid (ikke kvantitativt bestemt).

Når det gjelder materialet fra Porsvann-forekomsten er dette for tiden under bearbeidelse i et samarbeid mellom NGU ved MO og LPN og Universitet i Oulu, Finland ved Andrei Barkov.

Det opptrer her en del PGM forskjellige fra de PGM som ble funnet i Karenhaugen.



Prøver fra Gallujavrri Cu-Ni forekomsten er undersøkt på mikrosonde av LPN. Det ble ikke lokalisert PGM-inneslutninger i sulfidene, men mulighetene er tilstede både for silikat- og oksydtilknyttede PGM. Gallujavrri-forekomsten har ellers påfallende likhetstrekk med den store Keivitsa-malmforekomsten i Finland.

## Referanser

- Bjørlykke, H. 1966: De alluviale gullforekomster i indre Finnmark. Norges geologiske undersøkelse nr. 236, 66 sider.
- Cabri, L.J. (red.) 1981: Platinum-group elements: mineralogy, geology. Can. Inst. Min. Metall., Special volume 23, 267 sider.
- Boyd, R. et al. 1990a: Geochemistry of platinum metals in ophiolites in Norway. Final report. NTNF project no. MB10.20346. NGU-Rapport 90.065, volum 1 og 2, 44 + 220 sider.
- Boyd, R., Barnes, S.-J. & Grønlie, A. 1988: Noble metal geochemistry of some Ni-Cu deposits in the Sveconorwegian and Caledonian orogens in Norway. In: GEO-PLATINUM 87, eds. H. M. Prichard et al. Elsevier, 145-158.
- Boyd, R. & Nixon, F. 1985: Norwegian nickel deposits: a review. Geological Survey Finland Bulletin 333, 363-394.
- Foslie, S. & Johnson Høst, M. (1932): Platina i sulfidisk nikkelmalm. NGU-Bulletin 137, 71 sider.
- Grønlie, A. 1988: Platinum-group minerals in the Lillefjellklumpen nickel-copper deposit, Nord-Trøndelag. Norsk Geologisk Tidsskrift 68, side 65-72.
- Jambor, L.J. & Vanko, D.A. 1991: New mineral names. American Mineralogist 76, side 1439.
- Johannesen, G.M. (1992): Mineralogy of Platinum -Group Elements in the Caledonian Leka Ophiolite Complex. Upublisert Cand. Scient thesis, Univ. of Bergen, 57sider.
- Larsen, R. & Grenne, T. 1995: Cu-Ni-PGE mineralization hosted by boninitic gabbro, central Norwegian Caledonides: character and tectonic setting. Trans. Instn Min. Metall. 104, side B87-B98.
- Neumann, H. 1985: Norges Mineraler. Norges Geologiske Undersøkelse Skrifter 68, 278 sider.
- Nilsson, L. P. 1987: Platinum-group mineral inclusions in chromitite from ophiolitic tectonites in the Caledonides of Norway. Symposium TROODOS 87 Ophiolites and Oceanic Lithosphere, Nicosia, Cyprus 4-10 October 1987. Abstract, side 152.
- Nilsson, L. P. 1988: Inneslutninger av platina-gruppe mineraler (PGM) i kromitt fra Osthammeren og Ørnstolen, - to ofiolittiske tektonitter i de norske kaledonider. 18. Nordiske Geologiske Vintermøde. 12.-14. januar 1988, København. Abstract, side 310-311.
- Nilsson, L. P. 1989: Platinum group mineral inclusions in ophiolitic chromitite from the Osthammeren tectonite body, Norway. 5th International Platinum Symposium, Otaniemi, Finland, 1-3 August 1989. Abstract Geological Survey Finland Bulletin 61, Part 1, side 42-43.
- Nilsson, L. P. 1990a: Platinum-group mineral inclusions in chromitite from the Osthammeren ultramafic tectonite body, south central Norway. Mineralogy and Petrology 42, side 249-263.
- Nilsson, L. P. 1990b: Platinum-group mineral inclusions in chromitite from the Osthammeren ultramafic tectonite body; south central Norway. I: R. Boyd et al. 1990, side 32-92.
- Nilsson, L. P. 1990c: Platina-gruppe mineraler i Ørnstolen ultramafiske tektonittlinse, nordlige sentrale Norge. 19. Nordiske Geologiske Vintermøde, 8.-12. januar 1980, Stavanger. Abstract Geonytt 1/1990 side 83-84.

- Nilsson, L. P., Sturt, B. A. & Ramsay, D. M. 1997: Ophiolitic ultramafites in the Folldal-Røros tract, and their Cr-(PGE) mineralisation. Norges geologiske undersøkelse Bulletin 433, side 10-11.
- Often, M. & Nilsson, L. P. 1990: Ny type palladium og platina-mineralisering i Karasjok grønnsteinsbelte, Finnmark. 19. Nordiske Geologiske Vintermøte, 8.-12. januar 1980, Stavanger. Abstract Geonytt 1/1990 side 85-86.
- Pedersen, R.-B., Johannesen, G.M. & Boyd, R. 1993: Stratiform platinum-group element mineralizations in the ultramafic cumulates of the Leka Ophiolite Complex, central Norway. *Economic Geology* 88, 782-803.
- Scott, J. 1992: Mineralization in the Karmøy ophiolite, southwest Norway. M.Sc. thesis, Memorial University, St. Johns, Newfoundland, 221 sider.
- Sturt, B.A., Ramsay, D.M. & Bjerkgård, T. 1997: Revisions of the tectonostratigraphy of the Otta-Røros tract. NGU-Bulletin 433, 8-9.
- Sturt, B.A., Bøe, R., Ramsay, D.M. & Bjerkgård, T. 1995: Stratigraphy of the Otta-Vågå tract and regional stratigraphic implications. NGU-Bulletin 427, 25-28.
- Sturt, B.A., Thon, A. & Furnes, H. 1980: The geology and preliminary geochemistry of the Karmøy ophiolite, S.W. Norway. Proceedings International Ophiolite Symposium Cyprus 1979, (red. A. Panayitou), 538-554.