

# Dijagnostika ponašanja pogona rotornog točka

Predrag Jovančić, Miloš Tanasijević



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

**[ДР РГФ]**

Dijagnostika ponašanja pogona rotornog točka | Predrag Jovančić, Miloš Tanasijević | Tehnička dijagnostika | 2006 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0008036>

## DIJAGNOSTIKA PONAŠANJA POGONA ROTORNOG TOČKA

### DIAGNOSTIC OF BEHAVIOUR ON BUCKET WHEEL DRIVE UNIT

Mr Predrag Jovančić dipl.ing.,  
Mr Miloš Tanasijević dipl.ing.,  
Rudarsko-geološki fakultet Beograd



#### REZIME:

Sigurno kao najopterećeniji deo rotornog bagera, sa aspekta dinamičkog ponašanja, može da se identifikuje pogon radnog točka rotornog bagera zajedno sa strelom. Merenjem vibracija može se doći do stvarnog uzroka negativnog ponašanja karakterističnih elemenata pogonske grupe. Uvođenjem numeričkog modela dobija se na većem kvalitetu i preciznosti krajnjeg inženjerskog stava. Ovaj rad nije definisao numerički model i zato se podvodi kao prilog dijagnostici dinamičkog ponašanja. Dat je primer pogonske grupe radnog točka rotornog bagera SRs400 koj radi na površinskom kopu "Ćirikovac" u okviru kostolačkog ugljenog basena.

**Ključne reči:** pogonska grupa, radni točak, vibracije

#### 1. UVOD

Dijagnostika ponašanja pogonske grupe, u ovom slučaju pogon radnog točka rotornog bagera, može se definisati preko vibracija koje predstavljaju sigurno jedan od glavnih parametara za definisanje stanja i ponašanja ovog sistema.

Merenje vibracija vrši se na karakterističnim mestima (glavčine svih uležištenja reduktora, oba uležištenja motora, kraj momentne poluge, oslonac momentne poluge i kućište reduktora); merenje se vrši u tri pravca: podužnom, poprečnom i vertikalnom. Merenja bi po mogućstvu trebalo vršiti, ako to u pojedinim slučajevima dozvoljavaju prilike, u sledećim slučajevima:

- merenje pri radu bagera na prazno, van sistema;
- merenje pri radu bagera pod opterećenjem (proces kopanja), u okviru sistema;
- merenje pre remonta bagera, na prazno i pod opterećenjem;
- merenje na probnom stolu u radionici, na prazno i pod simulacijom opterećenja (opciono slučaj);

#### ABSTRACT:

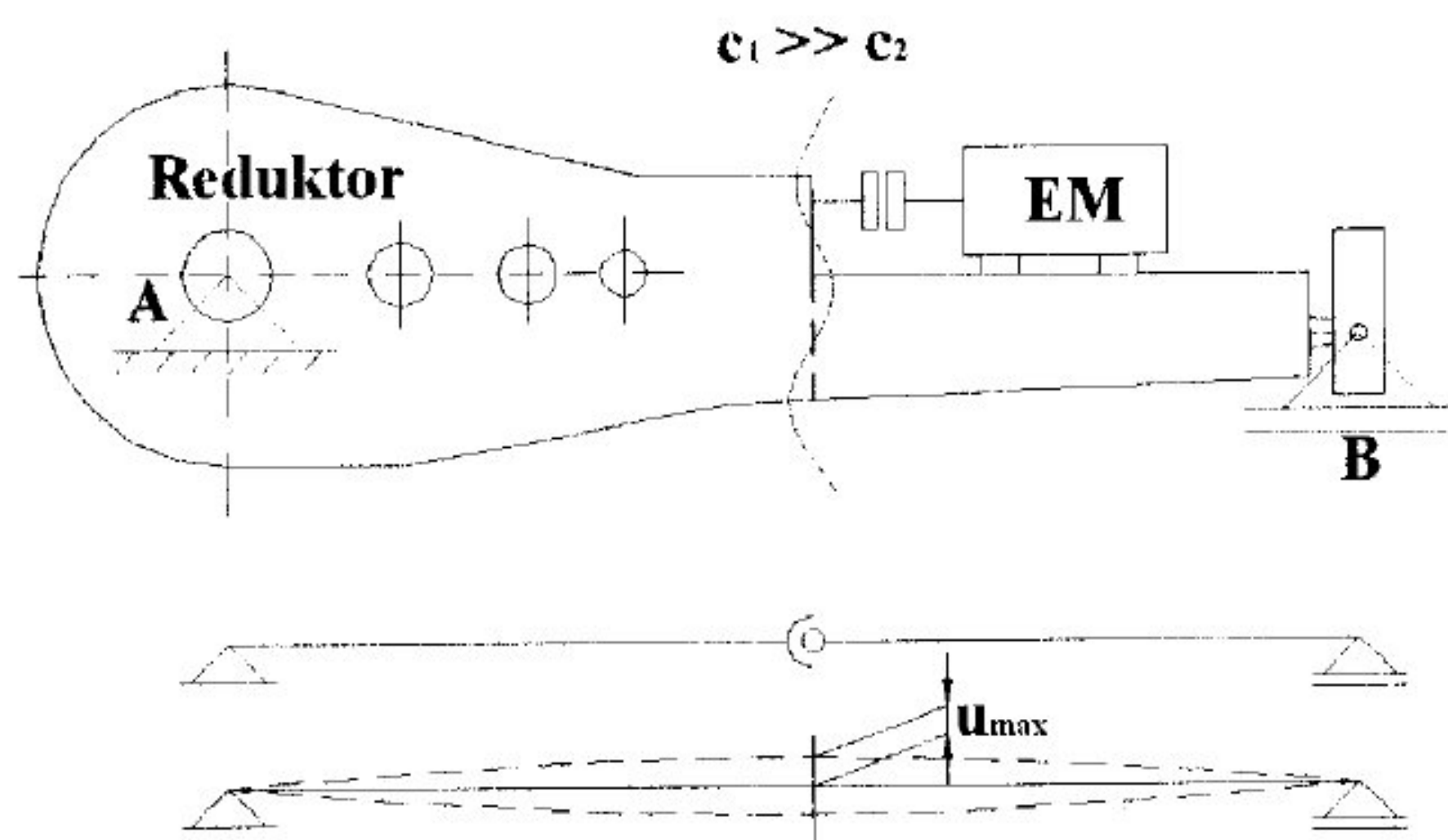
Bucket wheel drive unit and boom are, by rule, with highest load on bucket wheel excavator, from dynamic behavior viewpoint. Vibration measuring according to beforehand determinate mode, has major importance for determination real cause of negative behavior. Numerical model has major importance to engineer attitude quality and precision. This paper is not aimed numerical model and that is why is only contribution of dynamic diagnostic of behavior on bucket wheel drive unit. There is example of drive unit bucket wheel excavator SRs400 at Ćirikovac open pit, into Kostolac's coal basin.

**Key words:** Drive unit, Bucket wheel, vibration

- merenje posle remonta bagera, na prazno i pod opterećenjem (ako su vršene intervencije na sklopu u cilju poboljšanja performasi, odnosno ako je reduktor otvaram ili skidan sa vratila radnog točka). Sigurno je da ove slučajeve treba kombinovati u cilju dobijanja što kvalitetnijeg odgovora o radu i ponašanju, odnosno izvršiti povezivanje eventualnih posledica sa mogućim uzrocima.

#### 2. DINAMIČKO PONAŠANJE POGONA RADNOG TOČKA ROTORNOG BAGERA SRS400

Na primeru merenja vibracija na pogonskoj grupi za pogon radnog točka rotornog bagera SRs400.14/1 koji radi na PK "Ćirikovac", daće se jedan prilog daljoj analizi ponašanja celog ovog sklopa. Na slici 1 dat je prikaz ove pogonske grupe sa njenim dinamičkim sistemom.

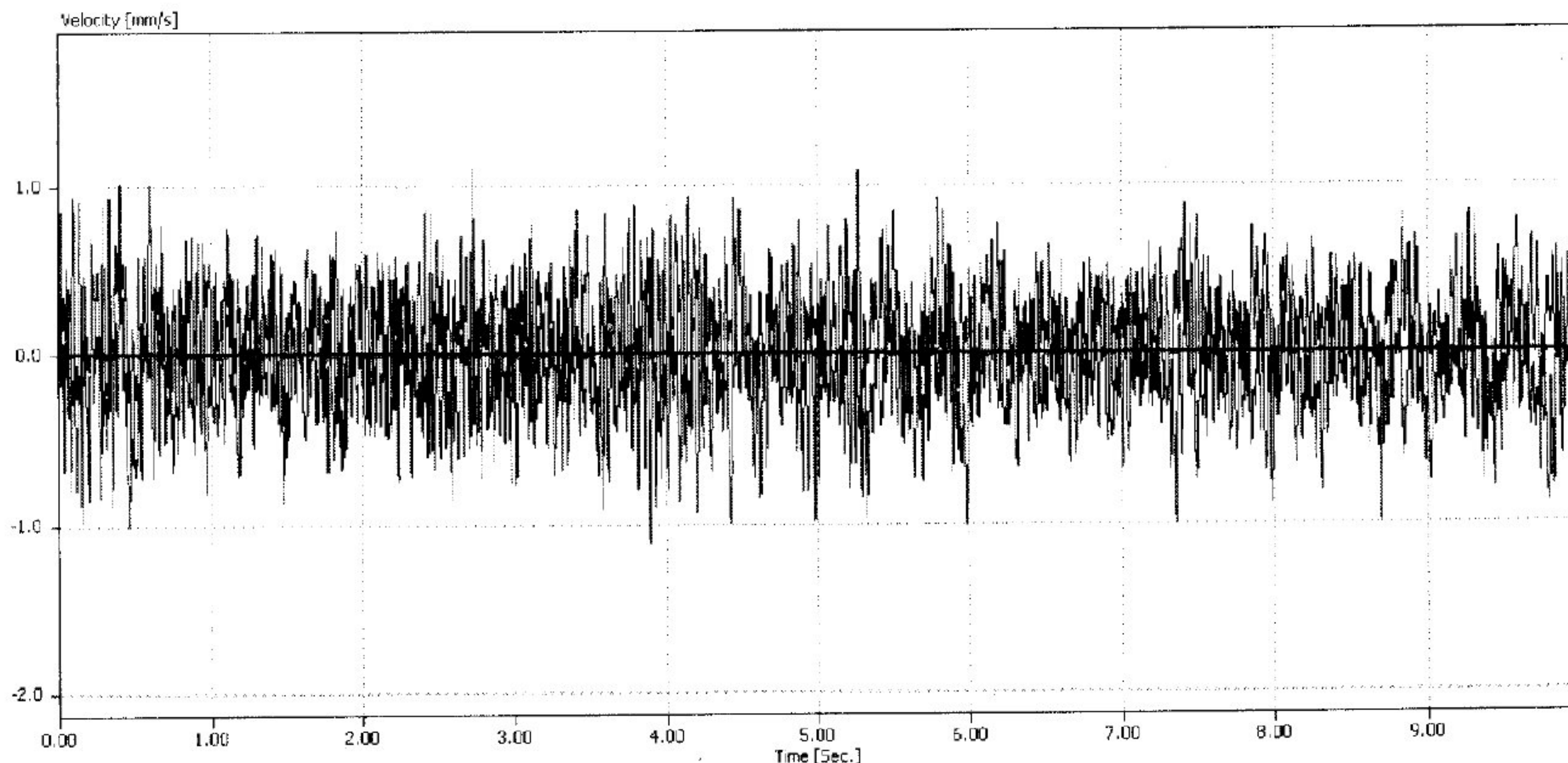


Slika 1. Dispozicija određenih karakterističnih mesta na pogonskoj grupi za pogon radnog točka rotornog bagera SRs400 i osnovni dinamički model ove grupe

Merenje vibracija na karakterističnim tačkama pogonske grupe radnog točka vršeno je za dva slučaja: kada bager radi na prazno odnosno nije u procesu otkopavanja i kada bager radi u bloku, odnosno kada je u procesu otkopavanja.

Karakteristično, bitno mesto za merenje je sigurno ulaz reduktora, odnosno vratilo I. Kao što se da zapaziti sa slike 1, ulazno vratilo se nalazi na granici krutosti dva noseća elementa, pa samim tim služi i za detaljniju analizu, kako posledice tako i uzroka. Merenjem brzine na mestu ulaznog vratila reduktora, pri radu u prazno i pri radu pod opterećenjem,

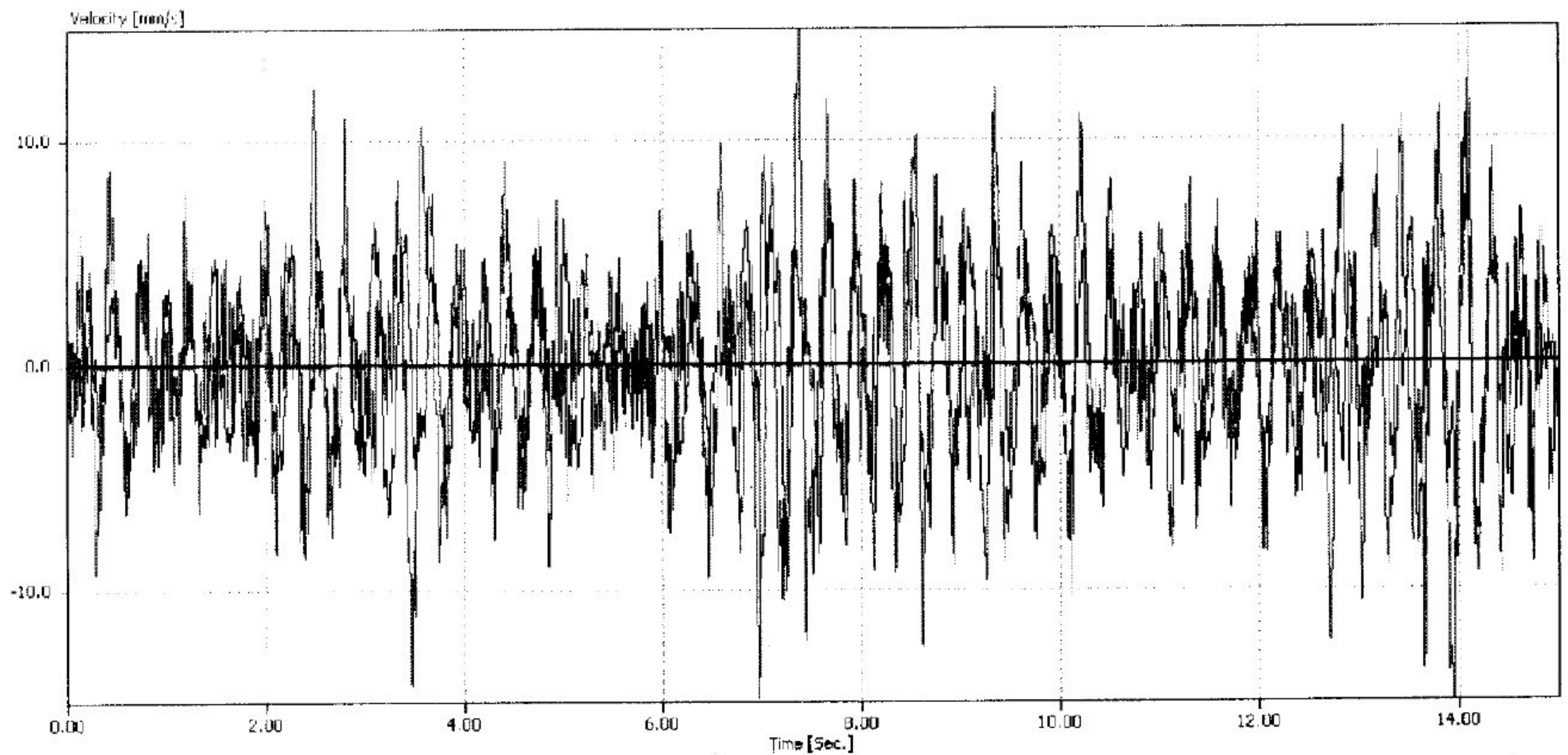
može se videti velika razlika dobijenog signala (slike 2 i 3). Sigurno je da rad ovog bagera sa aspekta procesa kopanja (problemi reznih elemenata, položaj reznih elemenata na kofici, veliki zazori u osloncima, pomeranje radnog točka u vertikalnoj ravni usled velikog zazora ležaja, povećani zazori elemenata unutar reduktora, itd.), multiplikuje dinamički odziv u ovom slučaju i 15 puta (slika 3). Dominantne vibracije su u podužnom i poprečnom pravcu pa se može konstatovati da postoji visoka krutost ovog dela konstrukcije u vertikalnom pravcu, odnosno pomeranje u ovom pravcu je izuzetno malo.



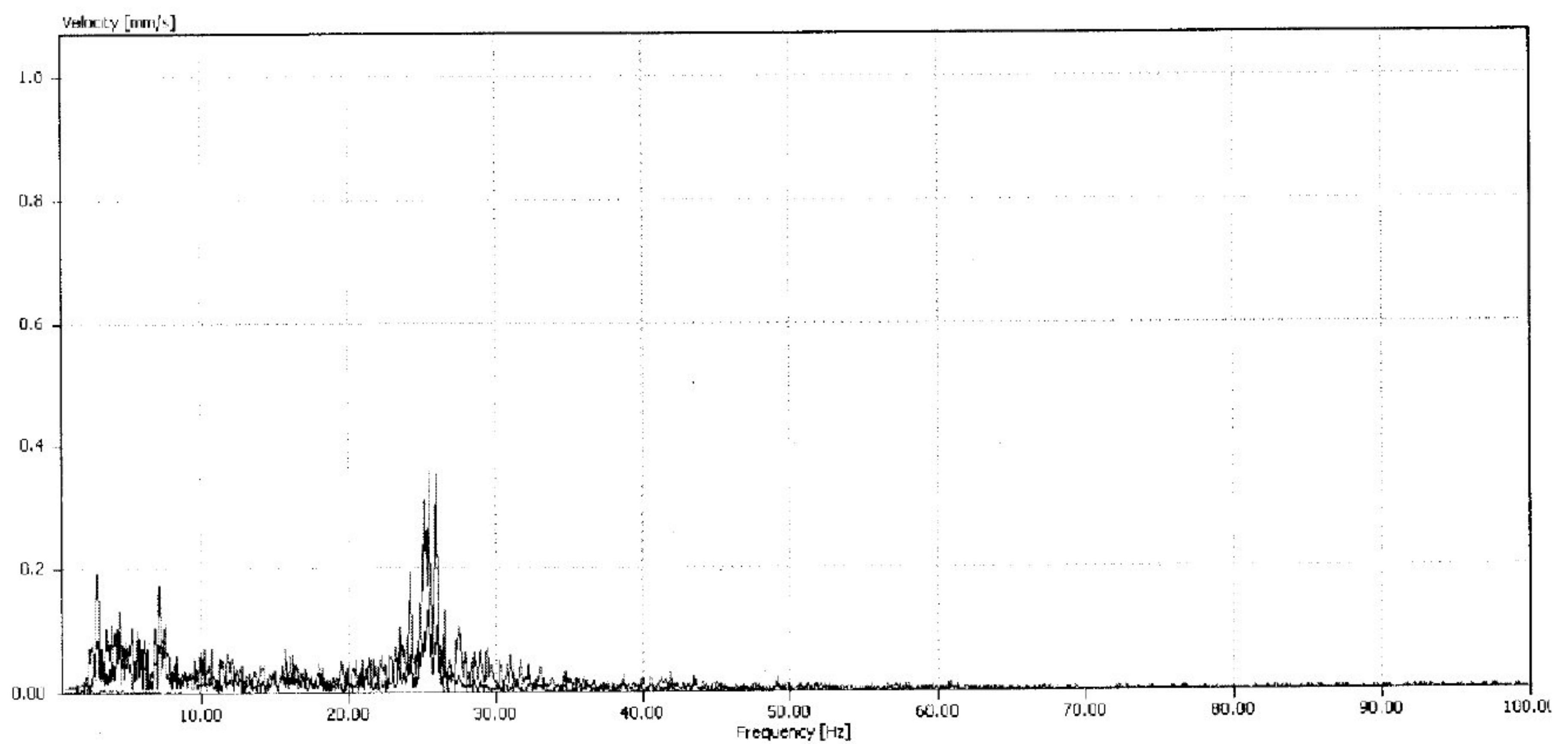
Slika 2. Rad bagera SRs400 na prazno; pozicija: ulaz reduktora – brzina u vremenskom domenu

Sličan je odnos za isto merno mesto ulaznog vratila reduktora pri merenju brzine u frekventnom domenu sa karakterističnim signalom (podužni i poprečni pravac) na 25 Hz, što je frekvenca broja obrtaja ulaznog vratila odnosno vratila rotora visokonaponskog motora (slika 4). Ovakav oblik signala ukazuje između ostalog i na labavost spoja motora sa nosećom konstrukcijom (šape). Konstatuje se loše

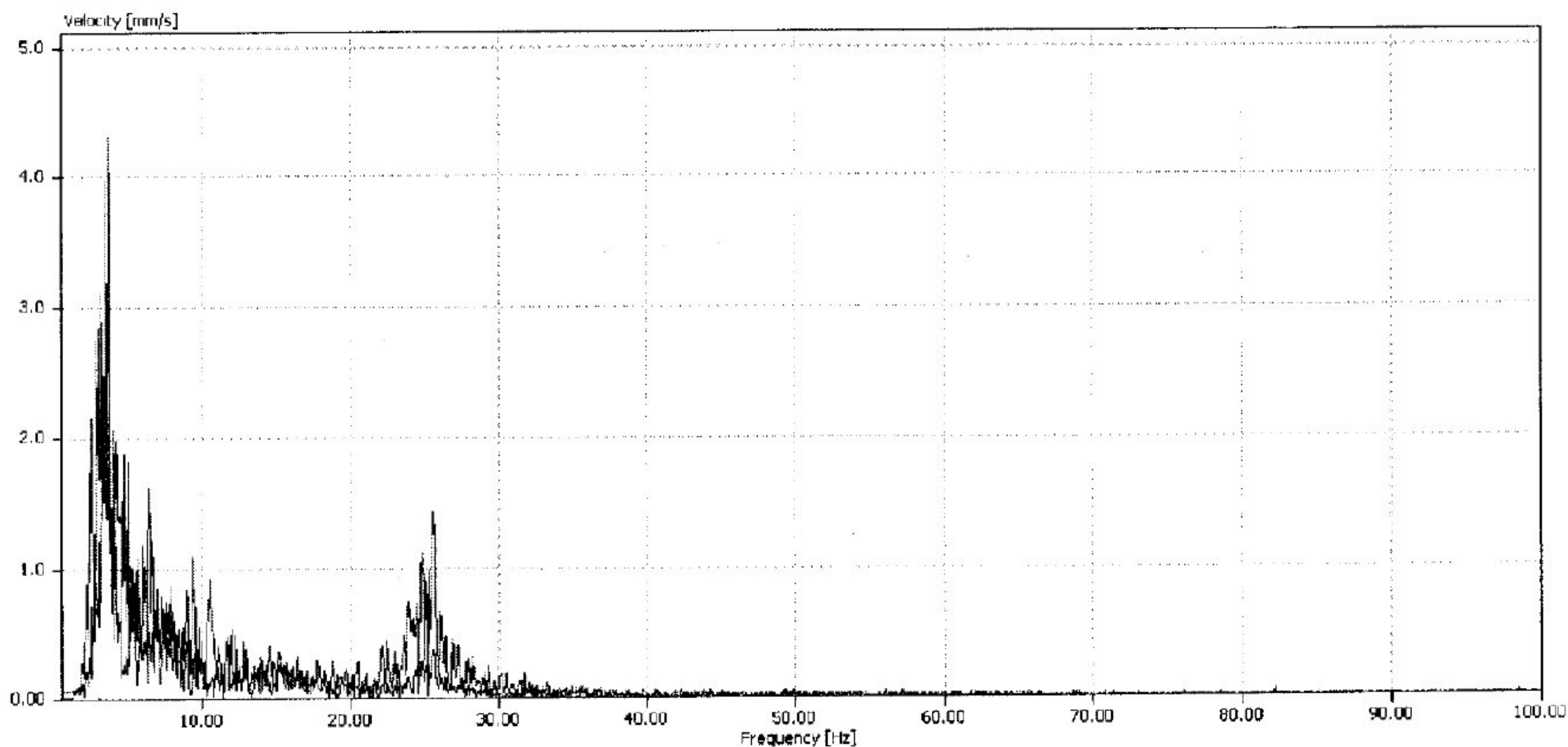
stanje noseće konstrukcije sa dinamičkim povećanjem odziva prilikom rada bagera u bloku, što se vidi sa slike 5. Karakteristične vibracije su u podužnom i poprečnom pravcu, gde je povećanje frekvence od 25 Hz, sa amplitude brzine od 0.35 mm/s otišlo na 1.4 mm/s, a vibracije frekvence niže od 10 Hz (karakteristično za konstrukciju, proces kopanja i male brojeve obrtaja) drastično povećane, čak i do 20 puta.



Slika 3. Rad bagera SRs400 u bloku; pozicija: ulaz reduktora – brzina u vremenskom domenu



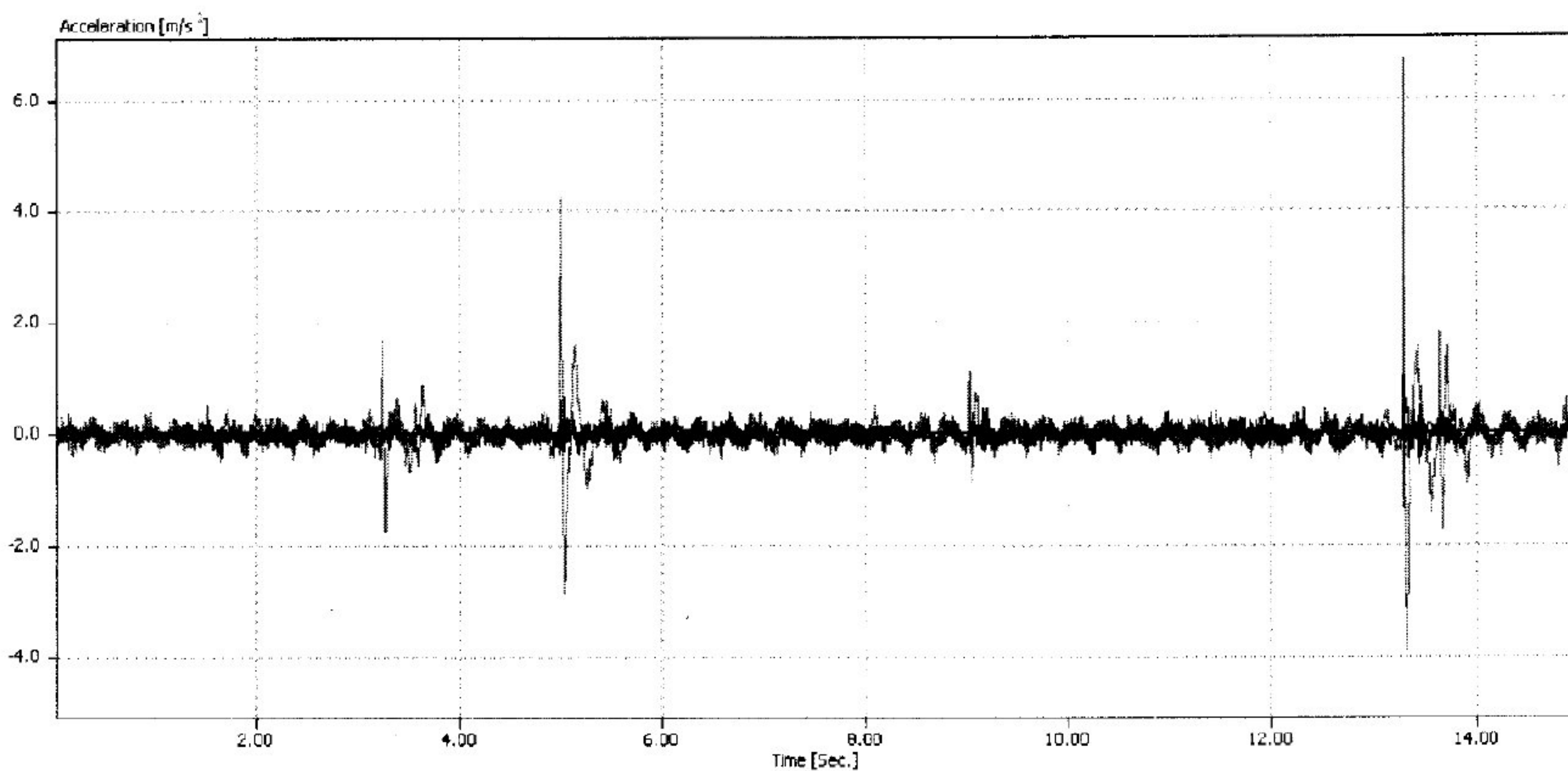
Slika 4. Rad bagera SRs400 na prazno; pozicija: ulaz reduktora – brzina u frekventnom domenu



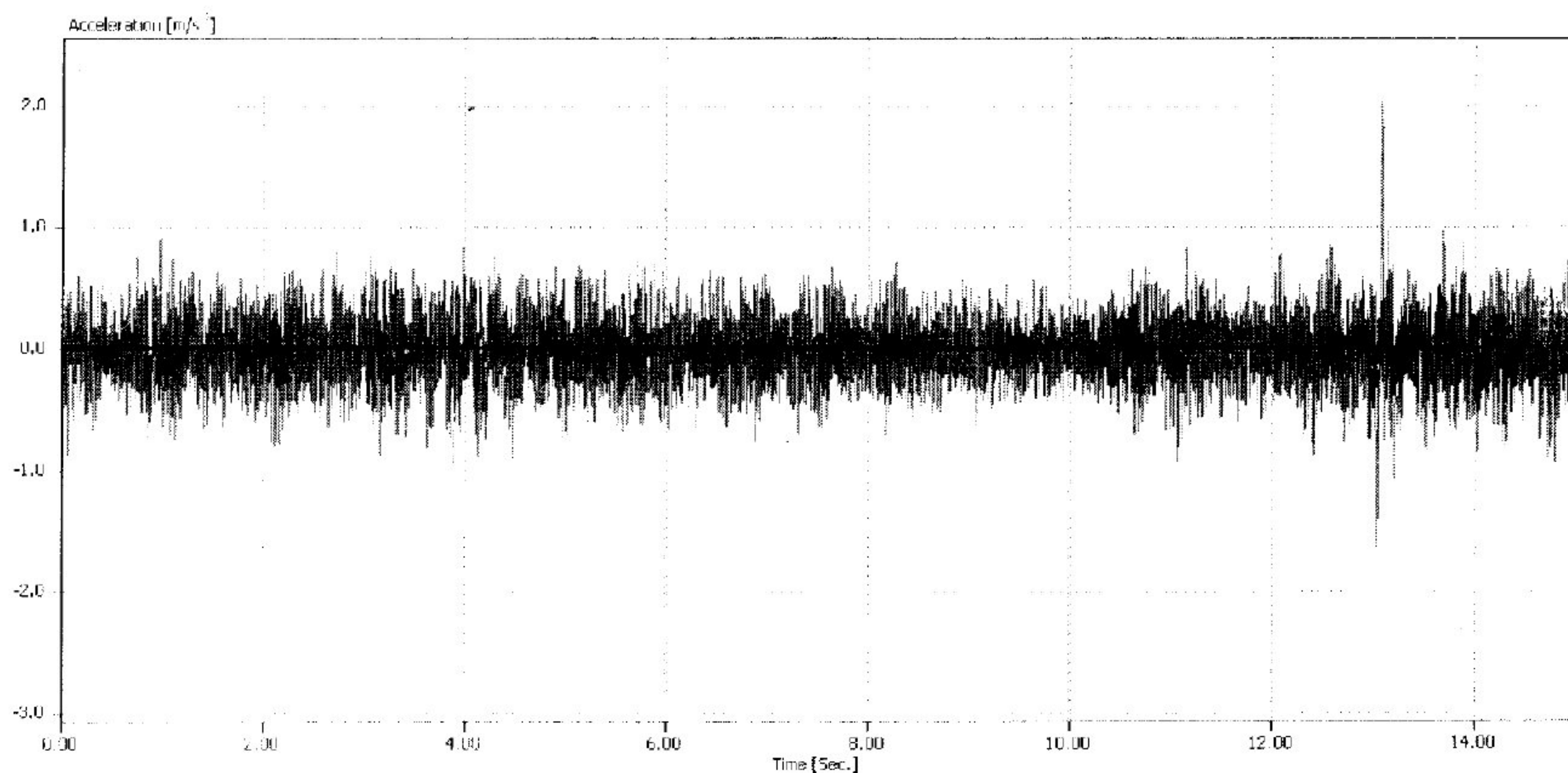
Slika 5. Rad bagera SRs400 u bloku; pozicija: ulaz reduktora – brzina u frekventnom domenu

Posmatrajući sliku 1, sa dinamičkim osnovnim modelom, može se zaključiti da veliki zazor u osloncu B odnosno osloncu pogonske grupe na strelnu radnog točka, uzrokuje negativno ponašanje cele grupe i to onog dela koji ima nizak nivo krutosti i nepravilno raspoređenu geometriju noseće strukture. Ako je pri tome i rastojanje od oslonca B do ulaznog vratila reduktora dosta veliko, kao u ovom slučaju, uticaj povećanog zazora u osloncu negativno utiče kako na uležištenja vratila rotora motora (posredno i na šape), tako i na uležištenje ulaznog vratila reduktora.

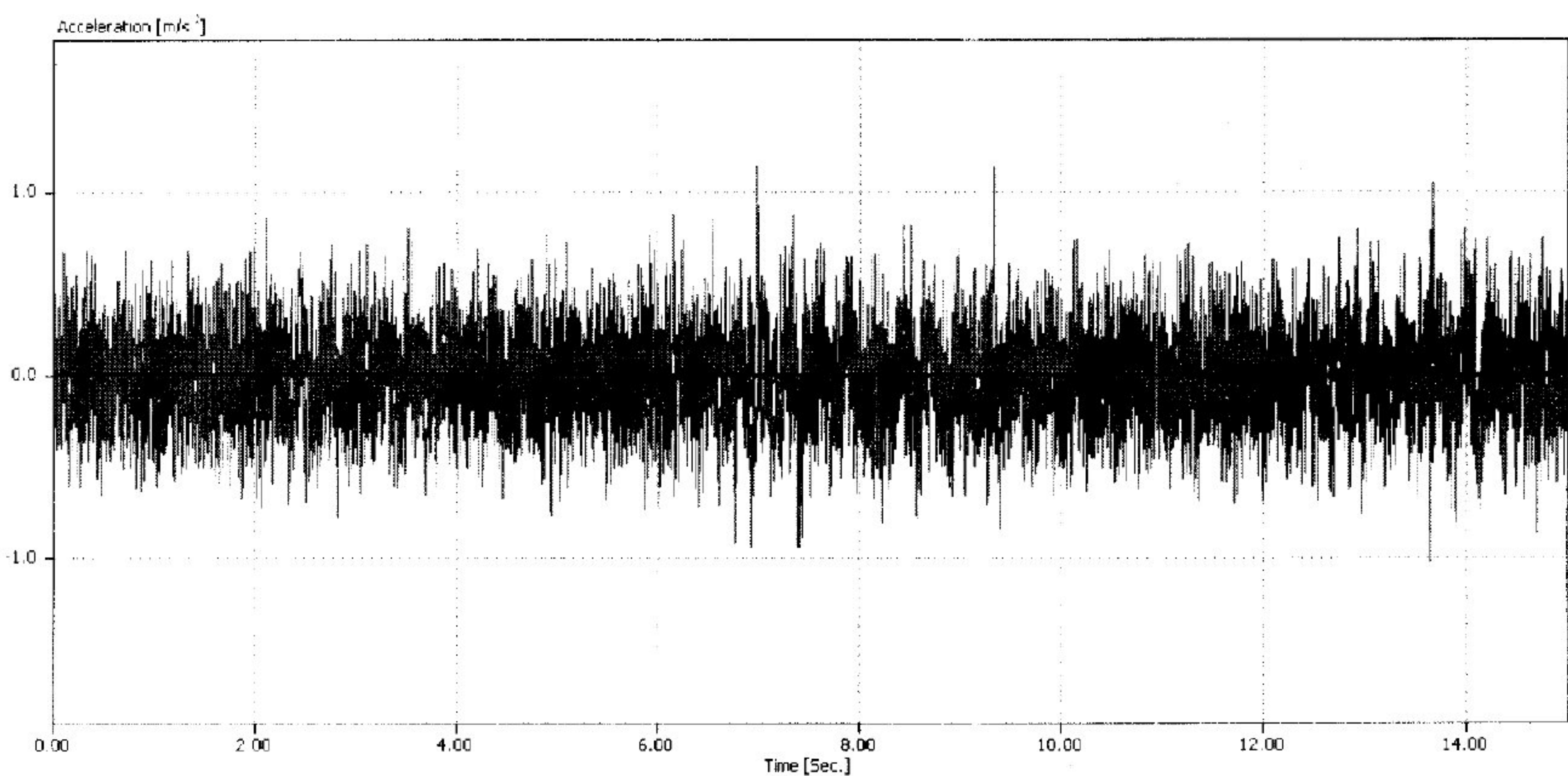
Slika 6 pokazuje ubrzanje u vremenskom domenu zadnjeg oslonca noseće konstrukcije gde se zapažaju izuzetno visoke amplitude ubrzanja, pa se može nedvosmisleno konstatovati pojava udara koja izuzetno loše utiče na najslabija mesta u liniji prenosa obrtnog momenta – uležištenja. Nažalost, za ovaj bager i za ovaj pogon radnog točka, ovo je u praksi dokazano. Dominantne su vertikalne vibracije, zadnjeg oslonca i šapa motora, do promene nivoa krutosti (uslovno govoreći do zgloba).



Slika 6. Rad bagera SRs400 u bloku; pozicija: zadnji oslonac – ubrzanje u vremenskom domenu



*Slika 7. Rad bagera SRs400 u bloku; pozicija: šapa elektromotora, do spojnice – ubrzanje u vremenskom domenu*



*Slika 8. Rad bagera SRs400 u bloku; pozicija: ulaz reduktora – ubrzanje u vremenskom domenu*

Potvrda dominantnih, vertikalnih vibracija kod šapa elektromotora, data je na slici 7, gde vertikalne vibracije nadmašuju podužne i poprečne vibracije

Na slici 8 dato je ubrzanje u vremenskom domenu ulaznog vratila reduktora pri radu bagera u bloku. Dominantne su vibracije u podužnom i poprečnom pravcu, pa se može reći da su vertikalne vibracije dominantne do mesta razlike nivoa krutosti

(zadnji oslonac i elektromotor), a prelaskom na veći nivo krutosti primat preuzimaju, kao što je rečeno vibracije u podužnom i poprečnom pravcu (reduktor).

### 3. ZAKLJUČAK

Rad predstavlja doprinos globalnom sagledavanju dinamičkog ponašanja pogonske grupe radnog točka rotornog bagera. Pogonska grupa radnog točka

rotornog bagera, načelno ima loše ponašanje zbog napred navedenih grešaka u nivoima krutosti, geometriji i osloncima. Pravilnim posmatranjem cele grupe odnosno svih njenih elemenata, kao i inženjerskom intuicijom., može se doći do dijagnostikovanja stanja i ponašanja, tj. dolaženja do uzroka problema, u cilju njegovog prevazilaženja. Relevantna slika stanja pogonske grupe dobila bi se ako bi se izloženi zaključci potvrdi numeričkim modelom koji je baziran na metodi konačnih elemenata i teoriji elastičnosti.

## LITERATURA

- [1] P. Jovančić, Dijagnostika ponašanja pogonskih grupa na rotornom bageru u cilju njihove revitalizacije, doktorska teza – radna verzija, RGF Beograd 2006.



**IRMA PROJEKT SISTEM**  
Mihajla Pupina 165a, Beograd SCG  
Tel/Fax: (381) 54 76, 138 632, 136 540  
E-mail: irma\_ps@eunet.yu www.irma-ps.com

### PROIZVODNI PROGRAM:

**GI** CIKLON-C  
Inercioni odvajač  
kapacitet  
250-26500 m<sup>3</sup>/h

**PGK** VRECASTI FILTER  
sa impulsnim otresanjem  
kapacitet  
2000 - 100000 m<sup>3</sup>/h

**VS** VENTURI SKRUBER  
kapacitet  
2000-11500 m<sup>3</sup>/h

**PIU** POKRETNI INDUSTRIJSKI

**MC** USISIVAČ  
MULTICIKLON  
inercioni odvajač  
kapacitet  
250-26500 m<sup>3</sup>/h

**CS** CENTRIFUGALNI SKRUBER  
kapacitet  
2000-115000 m<sup>3</sup>/h

**RC** ROTOKLON  
centrifugalni odvajač  
kapacitet  
2500-9000 m<sup>3</sup>/h

**SIU** STACIONARNI INDUSTRIJSKI  
USISIVAČ

### POSTROJENJE ZA PROIZVODNJU AMBALAŽE OD PAPIRNE PULPE

#### POSLOVNE AKTIVNOSTI:

- STUDIJE I ANALIZE
- MERENJE EMISIJE
- KONSALTING
- INŽENJERING
- REALIZACIJA PO SISTEMU KLJUČ U RUKE

- ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ
- PROJEKTOVANJE
- PROIZVODNJA
- REKONSTRUKCIJA I  
REVITALIZACIJA OBJEKATA  
IZ OBLASTI EKOLOGIJE



KIRKA Corporation Beograd - KIRKA-SURI d.o.o. 11210 BBOGRAD - KRNJAJA, VIII Braće Marića 15  
Tel/Fax: +381 11 / 33-17-724, 27-11-440, 27-11-335; Prodaja / Sale: +381 11 / 27-11-503;  
www.kirka.co.yu; e-mail: kirka@infosky.net

### PROIZVODNI PROGRAM

- Kompletna izgradnja energetskih postrojenja - sistem inženjeringa
- Kotlovi za sagorevanje oklaska, balirane slame i ostalog bio goriva
- Toplovodni, vrelovodni, parni kotlovi na drvo, ugalj i biomasu
- Kotlevska postrojenja za loženje sa drvenim otpacima
- Elektrogenerator pare i električni vrelovodni kotlovi
- Kotlovi sa termouljem kao prenosnikom toplote
- Kotlovi za sagorevanje ljuške od suncokreta

- Kotlovi - peći za spaljivanje ljuške od kafe
- Visokopritisni parni i vrelovodni kotlovi
- Vertikalni kotlovi na čvrsto gorivo
- Kotlovi za brzu proizvodnju pare
- Paketna "Vapor-Suri" kotlarnica
- Kontejner kotlarnice
- Izmenjivači toplote
- Strmocevni kotlovi
- Toplovodni kotlovi
- Kotlovi na brikete
- Cevni blok kotao
- Paketni kotlovi