

Why is distributivity so hard? New evidence from distributive markers and licensors in Czech

Jakub Dotlačil

Abstract:

Sentences with pluralities can be interpreted in several ways. One such interpretation involves collective action, in which the plurality, as a whole, functions as an argument. In another, distributive, interpretation, each member of the plurality fulfills the same argument role. It has been noted that the distributive interpretation is often marked. This paper discusses an experiment on Czech providing evidence that distributivity is marked because (i) readers prefer simpler syntactic structures (Minimal Attachment, Frazier, 1978), and (ii) distributivity is syntactically more complex than the collective interpretation and the difference is marked on dependent arguments, most commonly, objects.

Introduction

Sentences with plural expressions can often be interpreted in many ways. Consider the following example:

(1) The boys lifted a box.

This sentence can be true if the boys lifted a box in one joint action (collective reading). In that case, it is not individual boys who are agents of (1), rather, the group of the boys is the agent of (1). The sentence can also be true if each boy acted as an agent, thus lifting a box on his own (distributive reading). Within the distributive reading we can further distinguish two subtypes. First, (1) is true if there was one box and every boy individually lifted it. Another distributive interpretation would mean that each boy lifted one box, different one from the box that the other boys lifted, so in total, more than one box was lifted. The first reading arises if *a box* is interpreted specifically. In the second reading, *a box* is interpreted in the distributive scope of *the boys*. Previous literature (Brooks et al., 1996, Frazier et al., 1999, Kaup et al., 2002, Pagliarini et al., 2010) noted that while both readings are possible in general, collective interpretations are preferred. For example, Pagliarini et al. (2010) show that Italian adults fully accept (2) as a description of a collective picture (that is, a picture in which the boys as a group build one snowman) but a distributive picture (in which each boy builds his own snowman) is accepted less (only 50% of time on average).

(2) I bambini costruiscono un pupazzo di neve
The boy.PL build.3PPL.PRES a puppet of snow
'The boys are building a snowman.'

Before I dive into the analysis, I should mention two things. First, it is sometimes suggested that the lower acceptability of distributive readings in cases like (1) and (2) is a consequence of our world knowledge (see Ussery, 2009, for discussion). For (1), the reasoning could go as follows: boxes are usually heavy and a boy does not lift a box on his own that often. Commonly, some collaboration is required, hence the preference for the collective reading of (1). While this reasoning might be relevant in some cases (indeed, it might be part of the explanation for (1)), it is not the end of the

story. Pagliarini et al. (2010) used six different predicates and the predicates were not a significant factor in the low acceptability of distributivity. This is surprising if the world knowledge was the only factor (since some predicates should be distributive more likely than others - see the paper for the list of predicates). Frazier et al. (1999) found a bias towards distributivity in their experimental items even though when forcing distributivity or collectivity by unambiguous elements (the distributive quantifier *each* or the collective adverb *together*), no difference in acceptability was found. This is surprising if the difference was simply driven by plausibility, as plausibility is normally reflected in acceptability studies (see, for example, Patson et al., 2010).

Second, it will not do to simply state that distributivity is impossible for plural definites (as some authors have done, see ch. 2 in Dotlačil, 2010, for discussion). If this was so, (1) should not differ from *the boys lifted a box together* (which forces the collective reading). But intuitively, (1) is less strong in its commitment to collectivity.

The question then is: why is distributivity hard for sentences with plural definites, but not impossible? I will argue that this is the consequence of two factors: (i) the linguistic encoding of distributivity, and (ii) processing. More concretely, assuming that distributivity is, syntactically speaking, more complex than collectivity, its lower preference should follow given parser's preference for simpler structures (Minimal Attachment, Frazier 1978). This is in line with the account of Frazier et al. (1999) but the data presented in this paper add a twist to the original story: they not only support the analysis of Frazier et al. (1999) but provide more specific evidence on how distributivity is encoded.

To set the stage for these arguments, the following two sections summarize basic facts about distributivity and the findings of Frazier et al. (1999). After that, we will discuss a new experiment on distributivity in Czech, and its relevance to the issue at hand.

Distributivity and collectivity in grammar

It is common to analyze the distributivity/collectivity distinction as a case of ambiguity (Lasersohn, 1997; but see Nouwen, 2014, for a detailed discussion). While this ambiguity has been traditionally associated with plural expressions themselves, it is common since Massey (1976) to locate it on predicates. The main argument for this position comes from the coordination of predicates, cf. (3).

(3) The boys met in a bar and ordered a beer.

The first conjunct consists of the predicate *met*. This predicate is obligatorily collective: individual people are not the agents, rather, their collection (the boys, as a group) is the agent of *meet*. This can be seen from the fact that the predicate *meet* in its intransitive use cannot combine with individuals, cf. the ungrammatical status of **the boy met*. The second predicate, *ordered a beer*, can be interpreted distributively (i.e., each boy ordered a beer for himself).

If the ambiguity was located on *the boys* in (3), both conjuncts should be interpreted in the same way (either collectively or distributively). This is not the case. But if each predicate specified on its own whether it is interpreted collectively or distributively, no problem arises for (3). This, then, is evidence that predicates are the locus of collective/distributive ambiguity.

To be more concrete, I will assume the following throughout: there is a domain of entities in discourse, and this domain, somewhat unintuitively, includes both singular and plural entities. Thus, not only is, say, Hugo Lamb and Crispin Hershey in the domain; their plurality is, too. I will notate the plurality by the + sign, e.g., Hugo Lamb+Crispin Hershey, and I will call the first type of individuals atomic individuals, and plural entities non-atomic.

Singular nouns denote sets of atomic individuals. Such sets can be pluralized. This operation (called predicate cumulation and notated as *) expands the original set by adding any plurality created from the atomic individuals. Finally, the definite article selects the element in the set that has all other

elements as its (not necessarily proper) part (cf. Sharvy, 1980). (4a) and (4b) give an example of predicate cumulation. (4c) shows the works of *the*.

- (4a) $[[\text{boy}]] = \{a, b\}$
 (4b) $[[\text{boys}]] = *\{a, b\} = \{a, b, a+b\}$
 (4c) $[[\text{the boys}]] = \text{the}(*\{a, b\}) = \text{the}(\{a, b, a+b\}) = a+b$

Predicates denote sets of entities. A clause is true if the entity denoted by the subject is in the set denoted by the predicate, cf. (5a) and (5b) for an example (assuming that *a* and *b* met).

- (5a) $[[\text{met}]] = \{a+b\}$
 (5b) $[[\text{the boys}]] \in [[\text{met}]] = a+b \in \{a+b\} = \text{TRUE}$

Of course, this system would not work for distributive readings (yet). To see this, consider (6a). Assuming that *a* and *b* ordered a beer separately (a necessary assumption if we want to capture the relevant distributive reading) we would derive that the sentence is false, since (6b) is.

- (6a) $[[\text{ordered a beer}]] = \{a, b\}$
 (6b) $[[\text{the boys}]] \in [[\text{ordered a beer}]] = a+b \in \{a, b\} = \text{FALSE}$

A simple solution is to allow predicate cumulation to apply to verbal predicates. Adding this option to our arsenal yields (7a)-(7c) as a possible derivation, which, correctly derives the distributive reading.

- (7a) $[[\text{ordered a beer}]] = \{a, b\}$
 (7b) $[[*(\text{ordered a beer})]] = *\{a, b\} = \{a, b, a+b\}$
 (7c) $[[\text{the boys}]] \in [[*(\text{ordered a beer})]] = a+b \in \{a, b, a+b\} = \text{TRUE}$

This system, then, can deal with the crucial collective-distributive interpretation of (3), which we could, using the *-operator (and the standard assumption that *and* corresponds to intersection when relating sets, see Winter, 2001), notate as follows:

- (8) $[[\text{the boys}]] \in [[\text{met}]] \text{ and } [[*(\text{ordered a beer})]] = a+b \in \{a+b\} \cap \{a, b, a+b\} = a+b \in \{a+b\} = \text{TRUE}$

Notice that *the boys* is interpreted in just one way. The ambiguity, crucial for the account, appears on the two predicates in the form of the presence/absence of *.

Much more details on plurals in semantics are provided in Link (1983), Schwarzschild (1996), Landman (2000), among many others. I will not delve deeper into the issues save for one thing, the position of the *-operator. The *-operator modifies the whole predicate in (7b). This is the standard approach to distributivity, but by no means the only one. It is also possible to derive distributive readings by having the *-operator modify arguments in the scope of distributivity, in this case, the object *a beer*. This would yield (9) instead of (7b).

- (9) $[[\text{ordered } *(a \text{ beer})]] = *\{a, b\} = \{a, b, a+b\}$

While this option probably seems less intuitive (but see Beghelli et al., 1997), it is possible to capture it relatively straightforwardly in event semantics (Champollion, 2010), or dependence logic (Dotlacil, 2011). I will come back to this option in Section 4, when turning to Czech. But before doing so, I want to discuss how the presented postulation of distributivity and collectivity in grammar is supported by processing.

Distributivity in processing (Frazier et al., 1999)

Consider the following beginning of a sentence:

(10) Lynne and Patrick saved \$1000 ...

It is known that the human parser does not wait for the end of the sentence to start interpreting (cf. Marslen-Wilson, 1973, for an early study on this, and much empirical evidence since then). Rather, reading is eager: we, readers, postulate syntactic structures and assign interpretations to them as we read, even if we lack decisive evidence for the correct structure. This eagerness can misfire (garden path) but it works well surprisingly often.

What happens, then, when readers see (10) and have to decide between various interpretations before the sentence was finished? Suppose what is at stake is only readers' choice between the collective and distributive interpretation of (10). What should they choose?

At least since Frazier (1978), it has been noted that all things being equal, the human parser selects a simpler syntactic structure (Minimal Attachment; see Hale, 2011, for a recent computational model of this idea and discussion). Frazier et al. (1999) note that this should make readers select the collective interpretation for (10) since distributivity requires an extra operator, *, and is thus dispreferred (see also Pytkänen et al., 2006). Thus, readers would go for the collective interpretation of (10).

(10) could be followed in two ways to disambiguate collective and distributive interpretations: either as in (11a), which confirms the collective interpretation, or as in (11b), which forces the distributive interpretation of the predicate.

(11a) Lynne and Patrick saved \$1000 together to pay for their honeymoon.

(11b) Lynne and Patrick saved \$1000 each to pay for their honeymoon.

(11b) goes against the expectations of the eager processor. *Each* discards the interpretation that the processor was pursuing until then, and this clash should cause processing difficulties. Assuming, as is currently standard, that processing load manifests itself in increased reading measures (cf. Rayner, 1998 for discussion), this difficulty should be detectable by an increase in the time spent on reading *each* or words after *each*.

This is precisely what Frazier et al. (1999) found. They saw an increase in reading times in the words *to pay for* in (11b), compared to (11a). Crucially, when the disambiguators appeared pre-verbally, (12a) and (12b), *each* did not increase reading times compared to *together*. This follows from what was said so far. In (12a) and (12b), the disambiguating information, *together* and *each*, appears before the predicate is read, that is, before the processor has to make the crucial decision. Since the disambiguating information precedes the predicate, the processor does not posit the incorrect interpretation in (12) at any point and no processing difficulties arise. (12) also shows that the processing difficulties are not simply caused by the word *each*. They are only caused by the word *each* if that word follows a predicate.

(12a) Lynne and Patrick together saved \$1000 to pay for their honeymoon.

(12b) Lynne and Patrick each saved \$1000 to pay for their honeymoon.

To sum up, Frazier et al. (1999) provide an interesting answer to the question posed in the introduction. According to them, distributivity is dispreferred because of the interplay of two factors: (i) distributivity is syntactically more complex, and (ii) if the processor can choose from more than one structure, it prefers the less complex one(s). This account is supported by reading patterns in sentences like (11) and (12), but it could be generalized to examples like (1), as well. Since (1) was never disambiguated, the preference remains visible even after the reading was

finished.

While this is an interesting approach to the findings, there are definitely other possibilities to interpret the data, some of which were already discussed in Frazier et al. (1999). Here, I focus on two alternatives. First, the processor might make the selection based on semantic complexity, rather than syntax (cf. Crain et al., 1985, Altmann et al., 1988) since distributivity is intuitively more complex from the semantic perspective. Consider (13), repeated from above. A distributive interpretation of (13) involves two separate lifting events and two separate boxes. In contrast to that, the collective interpretation only postulates one joint lifting event and one box. This contrast, together with the preference for the semantically simpler constructs would account for the data.

(13) The boys lifted a box.

Alternatively, the processor might prefer syntactically simpler structures but distributivity is not encoded on predicates. Rather, it is encoded on dependent arguments, an object (cf. (7b) vs. (9) and discussion in the previous section).

I will now turn to an experiment on Czech whose main goal was to decide between these alternative explanations.

Distributive markers and licensors in Czech

Czech, like English, can use a distributive quantifier, *každý* "each", to license distributivity. The quantifier can appear in at least two positions: as a determiner or after an object. The latter use is similar to binominal *each* in English (see Safir and Stowell, 1989, for properties of the English construction).

(14a) Každý kluk dostal kus chleba.
each boy got piece bread
Each boy got one piece of bread.

(14b) Kluci dostali kus chleba každý.
boys got piece bread each
The boys got one piece of bread each.

Like other Slavic languages, Czech has another distributive marker, the preposition *po*. Consider (15). (15a) could be true in the collective interpretation and in that case, only one piece of bread was given. The preposition *po* in (15b) specifies that more than one piece of bread was given in total and because of this requirement, it makes the collective reading of (15a) unlikely. Strictly speaking, this is a less stringent requirement than distributivity: (15b) could also be true if there were multiple times or multiple places at which pieces of bread were given, even though these interpretations are less likely in (15b). We could descriptively summarize this as follows: *po* requires that its object is instantiated more than once, but it leaves it open how this is achieved (i.e., through distributivity, repetition in time, or repetition in places). For a semantic analysis of *po*, see Przepiórkowski (2014).

(15a) Kluci dostali kus chleba.

Boys got one book

(15b) Kluci dostali po kusu chleba.

Boys got po one book

The preposition *po* can also combine with the quantifier *každý* "each". In that case, distributivity directly licenses the requirement of *po*.

(16a) Každý kluk dostal po kusu chleba.

each boy got po piece bread
(16b) Kluci dostali po kusu chleba každý.
boys got po piece bread each

To sum up, Czech has three positions at which distributivity can be signaled to readers: at a subject, (14a), after an object, (14b), or before an object, (15b). Furthermore, distributivity can be signaled twice: at a subject and an object, (16a), or before and after an object, (16b).

With this in mind, let me turn to expectations we might have regarding the processing of these constructions.

Suppose that distributivity is syntactically more complex than collectivity, and in particular, this is due to the presence of the *-operator on predicates. Then, (17a) would be the distributive structure and (17b) would be the collective structure.

(17a) Kluci *(dostali kus chleba)
Boys *(got piece bread)
(17b) Kluci (dostali kus chleba)
Boys (got piece bread)

Suppose further that the processor selects the simpler structure, that is, collectivity, and has to reanalyze (and the reanalysis is costly and observable in increased reading times) whenever it is later revealed that distributivity was correct. This is the position of Frazier et al. (1999).

In that case, we would predict that *any* introduction of distributivity inside a predicate is costly. In particular, *po* should incur cost, and *každý* after an object should, too. The cost should disappear in the former case if distributivity was signaled previously, i.e., by *každý* as part of the subject (since in that case the processor knows from the start that the predicate will be interpreted distributively). In case of *každý* modifying an object, *po* might signal distributivity before *každý* is read, (16b). That should still yield processing cost, however, now triggered by *po*. The cost should be detectable earlier than in a sentence without *po*, (14b).

The same predictions are made if we assumed that the processor is driven by semantic simplicity. In that case, too, the processor should consider the collective interpretation of a predicate immediately when the predicate is being read.

The predictions are summarized below:

(18) Predictions of Frazier et al. (1999) and of semantically driven processor

(18a) *po* incurs cost if *každý* "each" does not appear in the subject; (15b) more costly than (16a)
(18b) *každý* after an object incurs cost; both (14b) and (16b) should reveal the cost but the timing should be different - (16b) should show an increase in reading times earlier (due to *po*) than (14b) (due to *každý*)

Alternatively, we might assume that the distributive interpretation of a predicate is only decided when an object is read, which would yield the following syntactic contrast for collective and distributive interpretations:

(19a) Kluci dostali *(kus chleba)
Boys got *(piece bread)
(19b) Kluci dostali (kus chleba)
Boys got (piece bread)

A different position of the *-operator changes predictions. In particular, because the decision about interpretation is only made when the object is read, *po* should no longer yield any processing cost (since it signals the distributive interpretation before the object is seen and consequently, no reanalysis is necessary). *Každý* after an object remains costly if not preceded by *po*. This is

summarized in the predictions below.

(20) Predictions of object-oriented distributivity

(20a) *každý* after an object incurs cost if not preceded by *po*; (14b) more costly than (16b)

I will now turn to the experiment that tested these predictions.

Processing distributivity in Czech

Methods

Materials and procedure

An experiment testing the predictions discussed above was run on Czech. The experimental items had 7 conditions. 6 conditions were illustrated above and are shown in (21) on one experimental item. The 6 conditions varied in two dimensions: whether the distributive quantifier *každý* "each" was present and if so, whether it appeared early, at the subject, or late, after the object (3 conditions); whether *po* was present. The two manipulations were crossed: 3x2 conditions = 6 conditions in total.

(21a) *každý* absent, *po* absent

Dva učitelé potrestali jednoho žáka za pozdní příchod na vyučování.

two teachers punished one student for late arrival to class

(21b) *každý* absent, *po* present

Dva učitelé potrestali po jednom žákovi za pozdní příchod na vyučování.

two teachers punished po one student for late arrival to class

(21c) *každý* late, *po* absent

Dva učitelé potrestali jednoho žáka každý za pozdní příchod na vyučování.

two teachers punished one student each for late arrival to class

(21d) *každý* late, *po* present

Dva učitelé potrestali po jednom žákovi každý za pozdní příchod na vyučování.

two teachers punished po one student each for late arrival to class

(21e) *každý* early, *po* absent

Každý ze dvou učitelů potrestal jednoho žáka za pozdní příchod na vyučování.

each of two teachers punished one student for late arrival to class

(21f) *každý* early, *po* present

Každý ze dvou učitelů potrestal po jednom žákovi za pozdní příchod na vyučování.

each of two teachers punished po one student for late arrival to class

Apart from these 6 conditions, there was another condition, in which *po* appeared after a singular subject, (22). I will come back to this condition in the next section.

(22) Jeden učitel potrestal po jednom žákovi za pozdní příchod na vyučování.

one teacher punished po one student for late arrival to class

The experiment consisted of 28 items and 35 fillers. The items were presented in a Latin square design (each condition in each item was presented only once per participant). To ensure that participants paid attention to the experiment, roughly half of the items (33 in total) were followed by comprehension yes-no questions.

The processing of the sentences was tested using the self-paced reading methodology (Just et al., 1982). Each stimulus was first presented on a computer screen with all words hidden (dashes were displayed in the places of words). Participants had to press the Space bar to reveal the first word of

the sentence. Afterwards, each time the Space bar was pressed, the next word of the sentence was revealed and the previous one was hidden. At the end of any stimulus, pressing the Space bar revealed the follow-up question or a next stimulus. The time between Space bar presses was automatically recorded. The whole experiment was run in Ibx, on-line.

Participants

113 participants took part in the experiment. All the participants were volunteers. At the beginning of the experiment, each participant had to specify his/her professional background, in particular, whether he/she studied/worked in a field related to linguistics/philology. This was done to check that the results of the experiment were not based only on linguists' reactions, which could possibly present a skewed picture (e.g., linguists could more easily notice what the experiment was testing, and create particular reading strategies). However, only one third of the participants self-identified themselves as being related to philology. Furthermore, the analysis did not reveal any difference in their behavior and the behavior of other participants regarding the research question (reading of distributivity), so they were kept in the final analysis.

Out of 113 participants, 5 identified themselves as either being non-native speakers of Czech or bilingual. These participants were excluded from the analysis.

Results and discussion

The comprehension questions did not pose problems for participants: nobody had more than 13 percent incorrect responses. For this reason, nobody was excluded based on responses.

Before the actual analysis, reading times faster than 50 ms and slower than 3 s were deleted (less than 0.5% of all data was removed this way). Furthermore, one subject was discarded as an outlier (the mean of his/her reading times was 3 standard deviations away from the mean of all subjects' reading times). I factored out the influence of word length and position by pre-processing the data in a linear mixed-effects regression with log RTs as the dependent variable (Trueswell et al., 1994). The regression had two fixed effects: word length (in characters) and word position in the sentence. The resulting residualized log RTs were used for all subsequent analyses. However, in plots, I show log reading times, as these are easier to interpret.

Two analyses were carried out. First, the condition in (22), in which the singular subject appeared, followed by *po*, was compared to (21f), where *po* was preceded by *každý*. The reasoning was that *po* with the singular subject does not have a licenser of its requirement, unlike *po* in (21f). The comparison was there to check that the lack of a licenser is problematic for the processing of *po*, or in other words, distributivity helps in interpreting *po*. This is what was assumed to begin with, so this comparison mainly served as a control of this assumption. The analysis was carried out using a mixed-effects linear regression model with the residualized log RTs as the dependent variable and the type of object, singular or distributive, as a fixed effect. An increase in reading times in the expected direction (*po* without an overt distributive quantifier is harder) was found on the second word after the object, boldfaced in (23) ($\beta = 0.06$, $t = 3.2$, $p < .01$).

(23) Jeden učitel potrestal po jednom žákovi za **pozdní** příchod na vyučování.
one teacher punished po one student for late arrival to class

The second analysis focused on the conditions in (21). Each word was analyzed using a mixed-effects linear regression model with the residualized log RTs as the dependent variable. There were 3 fixed effects: distributive quantifier (absent, (21a,b), late, (21c,d), early, (21e,f); the last one was the reference level), and *po* (absent, (21a,c,e), present, (21b,d,f); the latter one was the reference level) and the interaction of the two. The maximal converging structure for subjects and items was used, as is customary.

Three words showed a significant effect, boldfaced in (22). These were: (i) the numeral, (ii) the second word after the object (spillover), (iii) and the last word (wrap-up).

(22) Dva učitelé potrestali **jednoho** žáka za **pozdní** příchod na **vyučování**.

two teachers punished one student for late arrival to class

The numeral was read faster when preceded by *po*, i.e., in (21b,d,f) ($\beta = -0.09$, $t = -4.7$, $p < .001$; see Figure 1). This effect is likely due to the fact that the preposition *po* in the distributive interpretation, considered here, is often followed by numerals: in the Czech National Corpus, the probability that *po* will be followed by a numeral is 6 times that of the probability that a verb will be followed by a numeral. The higher likelihood of numerals given *po* affects readers' expectations, and they should speed up when their expectations are matched (see, e.g., Levy, 2008, for the role of expectation in processing).

The second word after the object revealed a significant slowdown if late *každý* was present, (21c,d) ($\beta = 0.06$, $t = 2.4$, $p < .05$; see Figure 2). I believe that this is caused by the marginal status of *každý* in the late position in Czech. Even though this use is attested,¹ it is more natural to have the distributive quantifier as part of a subject or pre-verbally.

Finally, the last word in the sentence showed, yet again, a slowdown caused by late *každý*, (21c,d) ($\beta = 0.12$, $t = 3.4$, $p < .001$; see Figure 3). Importantly, this word also showed an interaction of late *každý* and *po*: the slowdown caused by late *každý* disappears when the object was preceded by *po* ($\beta = -0.12$, $t = -2.5$, $p = .01$).

The last result is the most important one. It shows that while late *každý* is costly, the cost disappears when it is preceded by *po*. Notice that this finding cannot be due to the marginal status of *každý* in its late, post-object, position, since that would not explain why the cost is observed only when *po* is absent. I suggest that this finding bears on the main issue of the paper: readers have problems when distributivity is signaled late, after an object. The problems disappear when this reading is marked prior to an object.

This interpretation of the results supports an object-oriented distributivity. The reasoning goes as follows: only at the object does the parser have to decide what interpretation to choose; the parser will prefer collectivity and this will clash with late *každý*, resulting in cost and a slowdown; if, on the other hand, distributivity has been signaled (by *po*), no choice is necessary -- rather, the parser assumes the distributive interpretation from the start of the object.

The results are problematic for accounts in which distributivity/collectivity choice should be made at the start of a predicate (at the verb in our setup). In that case, (21c) and (21d) should both be costly. This prediction would provide an alternative explanation for the effect found on the second word after the object, but the pattern on the fifth word after the object would remain unexplained.² Also, this approach would predict that *po* causes processing problems whenever it is not preceded by early *každý*. That is, (21b,d) should cause a slowdown compared to (21f). This has not been found.

Semantically-driven parsing, in which the parser prefers one event over multiple events of distributive interpretations, runs into the same problems. This is because the parser should, yet again, choose the collective interpretation when the verb is read, which is not what we see. While the findings support the object-oriented distributivity, there are still open issues and problems. One such issue concerns timing. The effect of distributivity, if my interpretation is correct, occurs rather late (5 words after the object). This is later than what the eye tracking study of Frazier et al. (1999) revealed. It is also later than an effect found in a different self-paced reading study on the processing of distributivity in English (Dotlačil and Brasoveanu, 2015). I do not know whether this mismatch is an experimental artifact (e.g., shorter / more frequent words in the current

1 Here is an example with late *každý* from CNC:

(i) Mullerovi bratři vydělávali téměř sto milionů dolarů každý.

Muller brothers earned almost hundred million dollar each

2 It could be argued that the pattern on the fifth word follows from the timing of disambiguation: distributivity is signaled earlier in (21d) than (21c), so the reanalysis towards distributivity was already accommodated in (21d) by the time the fifth word after the object is read. However, in that case, we would expect to see the effect of that accommodation on some word prior to the fifth word after object. That is, we should see that (21d) is more costly than (21c) before the fifth word was read. But no such effect has been found.

study?). It is also possible that the observed effect really is a wrap-up effect, as most experimental sentences ended on the fifth word after the object. It is known that some interpretational effects are observable in the last word of the sentence, and it is possible that distributivity is one of them. But this would make distributivity in Czech differ rather dramatically from English. I leave this issue open.

Conclusion

Sentences with pluralities can be interpreted in several ways, but not all the interpretations are equal. Here I discussed one constraint, namely, that the collective interpretation is more available than distributivity.

I believe that Czech's rich system of distributive markers and licensors provides a window into this constraint. I discussed an experiment on Czech providing evidence that distributivity is marked because (i) readers prefer simpler syntactic structures (Minimal Attachment, Frazier, 1978), and (ii) distributivity is syntactically more complex than collectivity and the difference is marked on dependent arguments, most commonly, objects.

Altmann, Gerry and Mark Steedman. 1988. Interaction with context during human sentence processing. *Cognition* 30, 191-238.

Beghelli, Filippo and Timothy Stowel. 1997. Distributivity and negation. In A. Szabolcsi (ed.), *Ways of Scope Taking*. Dordrecht: Kluwer, 71-109.

Brooks Patricia J. and Martin D.S. Braine. 1996. What do children know about the universal quantifiers *all* and *each*? *Cognition* 60:3, 235-268.

Crain, Stephen and Mark Steedman. 1985. On not being led up the garden path: the use of context by the psychological syntax processor. In David Dowty, L. Karttunen and Arnold Zwicky (eds.), *Natural Language Parsing: Psychological, Computational and Theoretical Perspectives*. Cambridge: CUP, 320-358.

Champollion, Lucas. 2010. *Parts of a whole: distributivity as a bridge between aspect and measurement*. PhD thesis, University of Pennsylvania.

Dotlačil, Jakub. 2010. *Anaphora and Distributivity. A study of same, different, reciprocals and others*, Doctoral Dissertation, Utrecht Institute for Linguistics OTS, LOT Series.

Dotlačil, Jakub. 2011. Fastidious distributivity. In Neil Ashton and Anca Chereches and David Lutz (eds.), *Proceedings of SALT 21*, 313-332.

Dotlačil, Jakub and Adrian Brasoveanu. 2015. Processing pluralities: syntax and the lexicon. Poster presented at 28th CUNY Conference on Human Sentence Processing

Frazier, Lyn. 1978. *On comprehending sentences: Syntactic parsing strategies*. Phd Thesis, University of Connecticut.

Frazier, Lyn, Patch, Jeremy M. and Rayner, Keith (1999). Taking on semantic commitments, II: collective versus distributive readings, *Cognition* 70:2, 87-104.

Hale, John. 2011. What a rational parser would do. *Cognitive Science* 35, 399-443.

- Just, Marcel A. and Patricia A. Carpenter and Jacqueline D. Woolley. 1982. Paradigms and processes in reading comprehension. *Journal of Experimental Psychology: General* 111:2, 228-238.
- Kaup, Barbara and Stephanie Kelter and Christopher Habel. 2002. Representing referents of plural expressions and resolving plural anaphors. *Language and Cognitive Processes* 17:4, 405-450.
- Landman, Fred. 2000. *Events and plurality: the Jerusalem lectures*. Dordrecht: Kluwer.
- Lasersohn, Peter. 1995. *Plurality, conjunction and events*. Dordrecht: Kluwer.
- Levy, Roger. 2008. Expectation-based syntactic comprehension. *Cognition* 106, 1126-1177.
- Link, Godehard. 1983. The logical analysis of plurals and mass terms: a lattice-theoretic approach. In R. Bauerle, C. Schwarze and A. von Stechow (eds.), *Meaning, use, and the interpretation of language*, Berlin: de Gruyter, 303-323.
- Marslen-Wilson William. 1973. Linguistic structure and speech shadowing at very short latencies. *Nature* 244, 522-523.
- Massey, Gerald. 1976. Tom, Dick and Harry and all the king's men. *American Philosophical Quarterly* 13, 89-107.
- Nouwen, Rick. 2014. Plurality. In P. Dekker and M. Aloni (eds.), *Cambridge handbook of semantics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pagliarini, Elena and Gaetano Fiorin and Jakub Dotlačil. 2012. The acquisition of distributivity in pluralities. In A. K. Biller and E. Y. Chung and A. E. Kimball (eds.), *Proceedings of the 36th annual Boston University Conference on Language Development*. Cascadilla Press, 387-399.
- Patson, Nikole and Tessa Warren. 2010. Eye movements when reading implausible sentences: Investigating potential structural influences on semantic integration. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 63, 1516-1532.
- Przepiórkowski, Adam. 2014. Syntactic and semantic constraints in a Glue Semantics approach to distance distributivity. In Miriam Butt and Tracy Holloway King (eds.), *Proceedings of the LFG'14 Conference*, Stanford: CSLI, 482-502.
- Pylkkanen, Liina and Brian McElree. 2006. The syntax-semantic interface: On-line composition of sentence meaning. In Matthew Traxler and Morton Ann Gernsbacher (eds.), *Handbook of Psycholinguistics*, New York: Elsevier, 537-577.
- Rayner, Keith. 1998. Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research. *Psychological Bulletin* 124, 372-422.
- Safir, Ken and Tim Stowell. 1988. Binominal *each*. *Proceedings of NELS* 18, 426-450.
- Schwarzschild, Roger. 1996. *Pluralities*. Dordrecht: Kluwer.
- Sharvy, Richard. 1980. A more general theory of definite descriptions. *Philosophical Review* 89, 607-624.

Trueswell, John, Michael Tanenhaus and Susan Garnsey. 1994. Semantic Influences on Parsing: Use of Thematic Role Information in Syntactic Ambiguity Resolution. *Journal of Memory and Language* 33, 285-318.

Winter, Yoad. 2001. *Flexibility principles in Boolean semantics*. Cambridge: MIT Press.

Appendix I: figures

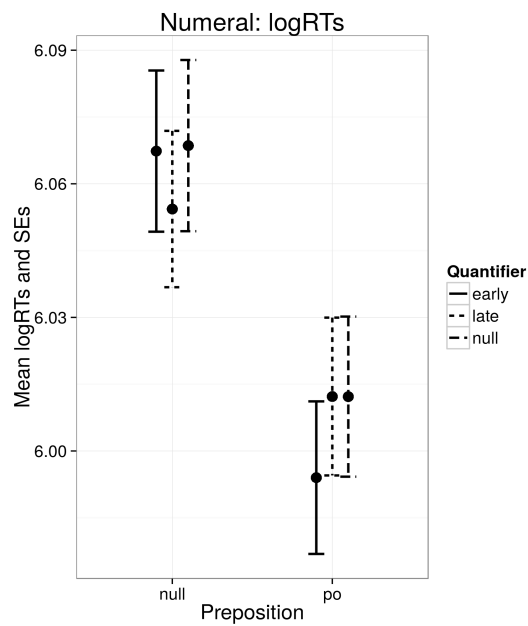


Figure 1: Numeral

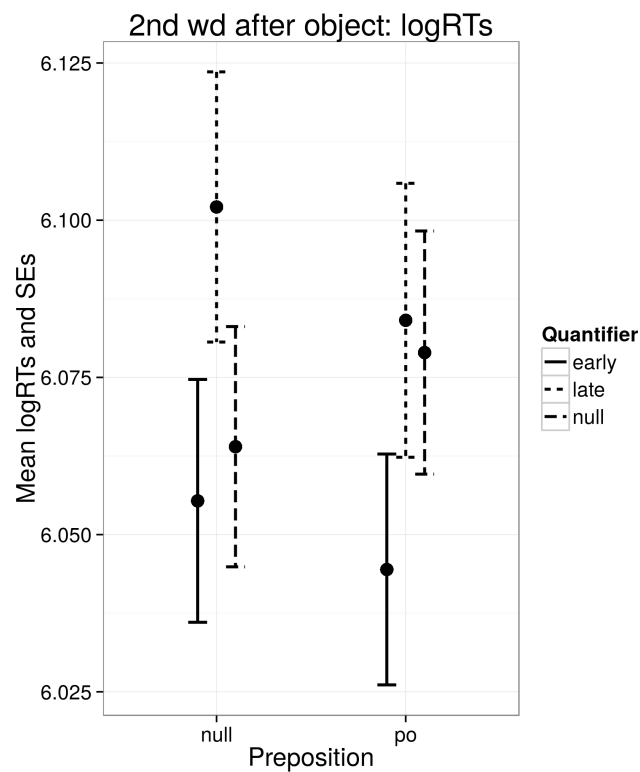


Figure 2: Spillover

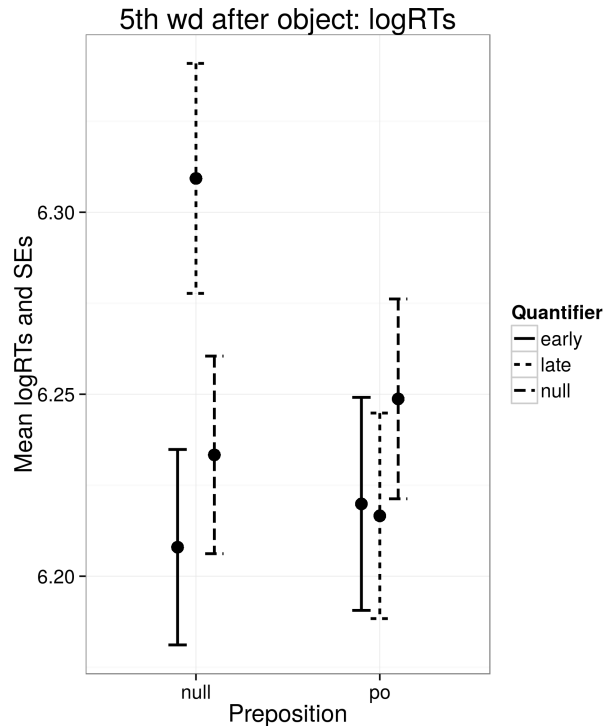


Figure 3: Wrap-up

Appendix II: stimuli

Turista sledoval po jednom čápo, zatímco průvodce připravoval o čápech přednášku.

Turisté sledovali jednoho čápa, zatímco průvodce připravoval o čápech přednášku.

Turisté sledovali po jednom čápo, zatímco průvodce připravoval o čápech přednášku.

Turisté sledovali jednoho čápa každý, zatímco průvodce připravoval o čápech přednášku.

Turisté sledovali po jednom čápo každý, zatímco průvodce připravoval o čápech přednášku.

Každý turista sledoval jednoho čápa, zatímco průvodce připravoval o čápech přednášku.

Každý turista sledoval po jednom čápo, zatímco průvodce připravoval o čápech přednášku.

Kritik zrecenzoval po jednom filmu v průběhu dvou posledních dní.

Kritici zrecenzovali jeden film v průběhu dvou posledních dní.

Kritici zrecenzovali po jednom filmu v průběhu dvou posledních dní.

Kritici zrecenzovali jeden film každý v průběhu dvou posledních dní.

Kritici zrecenzovali po jednom filmu každý v průběhu dvou posledních dní.

Každý kritik zrecenzoval jeden film v průběhu dvou posledních dní.

Každý kritik zrecenzoval po jednom filmu v průběhu dvou posledních dní.

Jeden učitel potrestal po jednom žákovi za pozdní příchod na vyučování.

Dva učitelé potrestali jednoho žáka za pozdní příchod na vyučování.

Dva učitelé potrestali po jednom žákovi za pozdní příchod na vyučování.

Dva učitelé potrestali jednoho žáka každý za pozdní příchod na vyučování.

Dva učitelé potrestali po jednom žákovi každý za pozdní příchod na vyučování.

Každý ze dvou učitelů potrestal jednoho žáka za pozdní příchod na vyučování.

Každý ze dvou učitelů potrestal po jednom žákovi za pozdní příchod na vyučování.

Kluk vypil po dvou litrech limonády předtím, než dostal oběd.

Kluci vypili dva litry limonády předtím, než dostali oběd.

Kluci vypili po dvou litrech limonády předtím, než dostali oběd.

Kluci vypili dva litry limonády každý předtím, než dostali oběd.

Kluci vypili po dvou litrech limonády každý předtím, než dostali oběd.

Každý kluk vypil dva litry limonády předtím, než dostal oběd.

Každý kluk vypil po dvou litrech limonády předtím, než dostal oběd.

Novinář z Mladé Fronty navštívil po jednom setkání politiků v průběhu předvolebních kampaní.

Novináři z Mladé Fronty navštívili jedno setkání politiků v průběhu předvolebních kampaní.

Novináři z Mladé Fronty navštívili po jednom setkání politiků v průběhu předvolebních kampaní.

Novináři z Mladé Fronty navštívili jedno setkání politiků každý v průběhu předvolebních kampaní.

Novináři z Mladé Fronty navštívili po jednom setkání politiků každý v průběhu předvolebních kampaní.

Každý novinář z Mladé Fronty navštívil jedno setkání politiků v průběhu předvolebních kampaní.

Každý novinář z Mladé Fronty navštívil po jednom setkání politiků v průběhu předvolebních kampaní.

Jeden truhlář vyrobil po jednom stole, zatímco byla pauza na oběd.

Tři truhláři vyrobili jeden stůl, zatímco byla pauza na oběd.

Tři truhláři vyrobili po jednom stole, zatímco byla pauza na oběd.

Tři truhláři vyrobili jeden stůl každý, zatímco byla pauza na oběd.

Tři truhláři vyrobili po jednom stole každý, zatímco byla pauza na oběd.

Každý ze tří truhlářů vyrobil jeden stůl, zatímco byla pauza na oběd.

Každý ze tří truhlářů vyrobil po jednom stole, zatímco byla pauza na oběd.

Chlapec si koupil po dvou párcích ve stánku u řeky a s gustem je snědl.

Chlapci si koupili dva párky ve stánku u řeky a s gusem je snědli.

Chlapci si koupili po dvou párcích ve stánku u řeky a s gusem je snědli.

Chlapci si koupili dva párky každý ve stánku u řeky a s gusem je snědli.

Chlapci si koupili po dvou párcích každý ve stánku u řeky a s gusem je snědli.

Každý chlapec si koupil dva párky ve stánku u řeky a s gusem je snědl.

Každý chlapec si koupil po dvou párcích ve stánku u řeky a s gusem je snědl.

Jeden technik opravil po jednom serveru, zatímco byla interní síť vypnutá.

Čtyři technici opravili jeden server, zatímco byla interní síť vypnutá.

Čtyři technici opravili po jednom serveru, zatímco byla interní síť vypnutá.

Čtyři technici opravili jeden server každý, zatímco byla interní síť vypnutá.

Čtyři technici opravili po jednom serveru každý, zatímco byla interní síť vypnutá.

Každý ze čtyř techniků opravil jeden server, zatímco byla interní síť vypnutá.

Každý ze čtyř techniků opravil po jednom serveru, zatímco byla interní síť vypnutá.

Jedna kapela zahrála po jednom přídavku během prvního festivalového dne.

Tři kapely zahrály jeden přídavek během prvního festivalového dne.

Tři kapely zahrály po jednom přídavku během prvního festivalového dne.

Tři kapely zahrály jeden přídavek každá během prvního festivalového dne.

Tři kapely zahrály po jednom přídavku každá během prvního festivalového dne.

Každá ze tří kapel zahrála jeden přídavek během prvního festivalového dne.

Každá ze tří kapel zahrála po jednom přídavku během prvního festivalového dne.

Můj přítel přinesl po jednom víně na oslavu mých narozenin.

Moji přátelé přinesli jedno víno na oslavu mých narozenin.

Moji přátelé přinesli po jednom víně na oslavu mých narozenin.

Moji přátelé přinesli jedno víno každý na oslavu mých narozenin.

Moji přátelé přinesli po jednom víně každý na oslavu mých narozenin.

Každý můj přítel přinesl jedno víno na oslavu mých narozenin.

Každý můj přítel přinesl po jednom víně na oslavu mých narozenin.

Jeden septimán daroval po padesáti korunách na výstavbu nového hrošího výběhu.

Tři septimáni darovali padesát korun na výstavbu nového hrošího výběhu.

Tři septimáni darovali po padesáti korunách na výstavbu nového hrošího výběhu.

Tři septimáni darovali padesát korun každý na výstavbu nového hrošího výběhu.

Tři septimáni darovali po padesáti korunách každý na výstavbu nového hrošího výběhu.

Každý ze tří septimánů daroval padesát korun na výstavbu nového hrošího výběhu.

Každý ze tří septimánů daroval po padesáti korunách na výstavbu nového hrošího výběhu.

Jeden kritik umění detailně analyzoval po jedné malbě v době, kdy galerie byla pro veřejnost uzavřena.

Čtyři kritici umění detailně analyzovali jednu malbu v době, kdy galerie byla pro veřejnost uzavřena.

Čtyři kritici umění detailně analyzovali po jedné malbě v době, kdy galerie byla pro veřejnost uzavřena.

Čtyři kritici umění detailně analyzovali jednu malbu každý v době, kdy galerie byla pro veřejnost uzavřena.

Čtyři kritici umění detailně analyzovali po jedné malbě každý v době, kdy galerie byla pro veřejnost uzavřena.

Každý ze čtyř kritiků umění detailně analyzoval jednu malbu v době, kdy galerie byla pro veřejnost uzavřena.

Každý ze čtyř kritiků umění detailně analyzoval po jedné malbě v době, kdy galerie byla pro veřejnost uzavřena.

Mecenáš věnoval po deseti starých knihách Národnímu muzeu při jeho znovuotevření.

Mecenáši věnovali deset starých knih Národnímu muzeu při jeho znovuotevření.

Mecenáši věnovali po deseti starých knihách Národnímu muzeu při jeho znovuotevření.

Mecenáši věnovali deset starých knih každý Národnímu muzeu při jeho znovuotevření.

Mecenáši věnovali po deseti starých knihách každý Národnímu muzeu při jeho znovuotevření.

Každý mecenáš věnoval deset starých knih Národnímu muzeu při jeho znovuotevření.

Každý mecenáš věnoval po deseti starých knihách Národnímu muzeu při jeho znovuotevření.

Jeden dobrovolník natřel po jednom plotu během renovací ve staré městské čtvrti.

Tři dobrovolníci natřeli jeden plot během renovací ve staré městské čtvrti.

Tři dobrovolníci natřeli po jednom plotu během renovací ve staré městské čtvrti.

Tři dobrovolníci natřeli jeden plot každý během renovací ve staré městské čtvrti.

Tři dobrovolníci natřeli po jednom plotu každý během renovací ve staré městské čtvrti.

Každý ze tří dobrovolníků natřel jeden plot během renovací ve staré městské čtvrti.

Každý ze tří dobrovolníků natřel po jednom plotu během renovací ve staré městské čtvrti.

Poslední návštěvník si vyfotil po jedné soše krátce předtím, než opustil galerii.

Tři poslední návštěvníci si vyfotili jednu sochu krátce předtím, než opustili galerii.

Tři poslední návštěvníci si vyfotili po jedné soše krátce předtím, než opustili galerii.

Tři poslední návštěvníci si vyfotili jednu sochu každý krátce předtím, než opustili galerii.

Tři poslední návštěvníci si vyfotili po jedné soše každý krátce předtím, než opustili galerii.

Každý ze tří posledních návštěvníků si vyfotil jednu sochu krátce předtím, než opustil galerii.

Každý ze tří posledních návštěvníků si vyfotil po jedné soše krátce předtím, než opustil galerii.

Holčička pokreslila po jedné čtvrtce během výtvarné výchovy.

Holčičky pokreslily jednu čtvrtku během výtvarné výchovy.

Holčičky pokreslily po jedné čtvrtce během výtvarné výchovy.

Holčičky pokreslily jednu čtvrtku každá během výtvarné výchovy.

Holčičky pokreslily po jedné čtvrtce každá během výtvarné výchovy.

Každá holčička pokreslila jednu čtvrtku během výtvarné výchovy.

Každá holčička pokreslila po jedné čtvrtce během výtvarné výchovy.

Jeden opravář v malé firmě spravil po dvou telefonech před polední přestávkou.

Tři opraváři v malé firmě spravili dva telefony před polední přestávkou.

Tři opraváři v malé firmě spravili po dvou telefonech před polední přestávkou.

Tři opraváři v malé firmě spravili dva telefony každý před polední přestávkou.

Tři opraváři v malé firmě spravili po dvou telefonech každý před polední přestávkou.

Každý ze tří opravářů v malé firmě spravil dva telefony před polední přestávkou.

Každý ze tří opravářů v malé firmě spravil po dvou telefonech před polední přestávkou.

Chlapec snědl potají po dvou zmrzlinách v době, kdy paní vychovatelka připravovala svačinu.

Chlapečci snědli potají dvě zmrzliny v době, kdy paní vychovatelka připravovala svačinu.

Chlapečci snědli potají po dvou zmrzlinách v době, kdy paní vychovatelka připravovala svačinu.

Chlapečci snědli potají dvě zmrzliny každý v době, kdy paní vychovatelka připravovala svačinu.

Chlapečci snědli potají po dvou zmrzlinách každý v době, kdy paní vychovatelka připravovala svačinu.

Každý chlapec snědl potají dvě zmrzliny v době, kdy paní vychovatelka připravovala svačinu.

Každý chlapec snědl potají po dvou zmrzlinách v době, kdy paní vychovatelka připravovala svačinu.

Mart'an unesl po jednom pozemšťanovi při poslední návštěvě na zeměkouli.

Mart'ané unesli jednoho pozemšťana při poslední návštěvě na zeměkouli.

Mart'ané unesli po jednom pozemšťanovi při poslední návštěvě na zeměkouli.

Mart'ané unesli jednoho pozemšťana každý při poslední návštěvě na zeměkouli.

Mart'ané unesli po jednom pozemšťanovi každý při poslední návštěvě na zeměkouli.

Každý mart'an unesl jednoho pozemšťana při poslední návštěvě na zeměkouli.

Každý mart'an unesl po jednom pozemšťanovi při poslední návštěvě na zeměkouli.

Agent uzavřel po dvou pojistných smlouvách, když dostal vyšší pracovní pobídky.

Agenti uzavřeli dvě pojistné smlouvy, když dostali vyšší pracovní pobídky.

Agenti uzavřeli po dvou pojistných smlouvách, když dostali vyšší pracovní pobídky.

Agenti uzavřeli dvě pojistné smlouvy každý, když dostali vyšší pracovní pobídky.

Agenti uzavřeli po dvou pojistných smlouvách každý, když dostali vyšší pracovní pobídky.

Každý agent uzavřel dvě pojistné smlouvy, když dostali vyšší pracovní pobídky.

Každý agent uzavřel po dvou pojistných smlouvách, když dostali vyšší pracovní pobídky.

Holčička postavila po jednom pískovém hradě při odpoledním lenošení na pláži.

Holčičky postavily jeden pískový hrad při odpoledním lenošení na pláži.

Holčičky postavily po jednom pískovém hradě při odpoledním lenošení na pláži.

Holčičky postavily jeden pískový hrad každá při odpoledním lenošení na pláži.

Holčičky postavily po jednom pískovém hradě každá při odpoledním lenošení na pláži.

Každá holčička postavila jeden pískový hrad při odpoledním lenošení na pláži.

Každá holčička postavila po jednom pískovém hradě při odpoledním lenošení na pláži.

Jeden skaut uvázal po dvou smyčkách na novém horolozeckém laně.

Dva skauti uvázali dvě smyčky na novém horolozeckém laně.

Dva skauti uvázali po dvou smyčkách na novém horolozeckém laně.

Dva skauti uvázali dvě smyčky každý na novém horolozeckém laně.

Dva skauti uvázali po dvou smyčkách každý na novém horolozeckém laně.

Každý ze dvou skautů uvázal dvě smyčky na novém horolozeckém laně.

Každý ze dvou skautů uvázal po dvou smyčkách na novém horolozeckém laně.

Roční tygr ulovil po jedné antilopě krátce po vypuštění do savany.

Roční tygři ulovili jednu antilopu krátce po vypuštění do savany.

Roční tygři ulovili po jedné antilopě krátce po vypuštění do savany.

Roční tygři ulovili jednu antilopu každý krátce po vypuštění do savany.

Roční tygři ulovili po jedné antilopě každý krátce po vypuštění do savany.

Každý roční tygr ulovil jednu antilopu krátce po vypuštění do savany.

Každý roční tygr ulovil po jedné antilopě krátce po vypuštění do savany.

Zemědělec opravil po jednom starém kombajnu krátce předtím, než začala sklizeň.

Zemědělci opravili jeden starý kombajn krátce předtím, než začala sklizeň.

Zemědělci opravili po jednom starém kombajnu krátce předtím, než začala sklizeň.

Zemědělci opravili jeden starý kombajn každý krátce předtím, než začala sklizeň.

Zemědělci opravili po jednom starém kombajnu každý krátce předtím, než začala sklizeň.

Každý zemědělec opravil jeden starý kombajn krátce předtím, než začala sklizeň.

Každý zemědělec opravil po jednom starém kombajnu krátce předtím, než začala sklizeň.

Sběrač perel včera vytáhl po deseti perlorodkách ze zaplavené jeskyně u pláže.

Sběrači perel včera vytáhli deset perlorodek ze zaplavené jeskyně u pláže.

Sběrači perel včera vytáhli po deseti perlorodkách ze zaplavené jeskyně u pláže.

Sběrači perel včera vytáhli deset perlorodek každý ze zaplavené jeskyně u pláže.

Sběrači perel včera vytáhli po deseti perlorodkách každý ze zaplavené jeskyně u pláže.

Každý sběrač perel včera vytáhl deset perlorodek ze zaplavené jeskyně u pláže.

Každý sběrač perel včera vytáhl po deseti perlorodkách ze zaplavené jeskyně u pláže.

Bezdomovec přinesl dneska ráno po třech kilech starého železa do sběrný na sídlišti.

Bezdomovci přinesli dneska ráno tři kila starého železa do sběrný na sídlišti.

Bezdomovci přinesli dneska ráno po třech kilech starého železa do sběrný na sídlišti.

Bezdomovci přinesli dneska ráno tři kila starého železa každý do sběrný na sídlišti.

Bezdomovci přinesli dneska ráno po třech kilech starého železa každý do sběrný na sídlišti.

Každý bezdomovec přinesl dneska ráno tři kila starého železa do sběrný na sídlišti.

Každý bezdomovec přinesl dneska ráno po třech kilech starého železa do sběrný na sídlišti.

Můj spolužák dostal po jednom sendviči od paní kuchařky.

Moji spolužáci dostali jeden sendvič od paní kuchařky.

Moji spolužáci dostali po jednom sendviči od paní kuchařky.

Moji spolužáci dostali jeden sendvič každý od paní kuchařky.

Moji spolužáci dostali po jednom sendviči každý od paní kuchařky.

Každý z mých spolužáků dostal jeden sendvič od paní kuchařky.

Každý z mých spolužáků dostal po jednom sendviči od paní kuchařky.

Kluk měl po jednom papírovém draku a chystal se ho vypustit nad pole.

Kluci měli jednoho papírového draka a chystali se ho vypustit nad pole.

Kluci měli po jednom papírovém draku a chystali se je vypustit nad pole.

Kluci měli jednoho papírového draka každý a chystali se je vypustit nad pole.

Kluci měli po jednom papírovém draku každý a chystali se je vypustit nad pole.

Každý kluk měl jednoho papírového draka a chystal se ho vypustit nad pole.

Každý kluk měl po jednom papírovém draku a chystal se ho vypustit nad pole.